ISSN 1680-1709

ББК 95.4
Ч-823

ВЕСТНИК ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. Я. ЯКОВЛЕВА

№ 4 (68) 2010

Учредитель
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-36709 от 01 июля 2009 г.)

Главный редактор Г. Н. Григорьев

Заместитель главного редактора А. А. Шуканов

Ответственный секретарь Л. Н. Улюкова

Редакционная коллегия:

Андреев В. И., Анисимов Г. А., Бондырева С. К., Волков Г. Н., Воронов Л. Н., Газизов М. Б., Димитриев Д. А., Зорина З. А., Ивлев Д. Д., Константинов В. М., Максимов В. Г., Миронов Б. Г., Митрасов Ю. Н., Насакин О. Е., Павлов И. В., Петрова Т. Н., Радаев Ю. Н., Сергеев Л. П., Скворцов В. Г., Столяров А. В., Филиппов Г. М.

Адрес редакции: 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38
Тел.: (8352) 62-75-16, 62-73-14
E-mail: redak_vestnik@chgpu.edu.ru
www: http://vestnik.chgpu.edu.ru/

© ГОУ ВПО «Чувашский государственный
педагогический университет им. И. Я. Яковлева», 2010

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 796.01:61

ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ, ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ И АДАПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ У СТУДЕНТОВ СТАРШИХ КУРСОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗНЫХ РЕЖИМОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

PECULIARITIES OF THE CARDIOVASCULAR, RESPIRATORY SYSTEMS AND ADAPTIVE PROCESSES IN THE SENIOR STUDENTS, DEPENDING ON DIFFERENT MODES OF MOTOR ACTIVITY

В. В. Алексеев, А. В. Агафонов

V. V. Alekseev, A. V. Agafonov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Изучены специфика кардиореспираторной системы и особенности адаптации организма студентов-юношей старших курсов технических специальностей вуза Чувашии. Экспериментально доказана физиологическая целесообразность проведения дополнительных тренировочных занятий для студентов специальной медицинской группы. Установлено, что адаптивные процессы у студентов сопровождаются значительным напряжением в деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма.

Abstract. The specifity of the cardio-respiratory system and peculiarities of adaptation of organism of senior male-students of technical specialties of a university of Chuvashia. Experiments proved that the physiological feasibility of additional training sessions for students of special medical group. It is established that the students' adaption processes are characterized by high load in the cardiovascular and the respiratory system of the organism.

Ключевые слова: *студенты-юноши, кардиореспираторная система, двигательная активность, адаптация.*

Keywords: *male-students, cardio-respiratory system, motor activity, adaptation.*

Актуальность исследуемой проблемы. Учебная деятельность обучающегося в высшем учебном заведении связана с периодическим, иногда довольно длительным и интенсивным воздействием экстремальных значений профессиональных, социальных, экологических факторов и часто сопровождается негативными эмоциями, перенапряжением физических и психических функций, а также деструкцией деятельности. В то же время возрастает необходимость усвоения студентами значительно возросшего объема учебного материала в сочетании с недостаточными знаниями о здоровом образе жизни, относительно слабым физическим развитием, что затрудняет их адаптацию к учебному процессу. В этой связи целью работы явилось изучение особенностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также адаптации к условиям обучения в вузе в зависимости от разных режимов двигательной активности у студентов старших курсов [1, 148], [2, 4].

Материал и методика исследований. Работу выполняли в научно-исследовательской лаборатории биотехнологии и экспериментальной биологии ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» и в Чебоксарском политехническом институте (филиале) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет». Проведена одна серия экспериментов и лабораторных тестов с подбором 60 студентов-юношей (20–21 год) технических специальностей в Чебоксарском политехническом институте (филиале) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет» в течение 7 и 8 учебных семестров (4 курс). Группы сформированы на основе данных индивидуальных медицинских карт, а также медицинского осмотра, проведенного в МУЗ «Городская больница № 7» г. Чебоксары. По результатам медосмотра и анализа индивидуальных медицинских карт студентов 4 курса для решения поставленных задач были сформированы 3 группы по 15 чел. в каждой: 1 – основная (ОГ), занимающаяся физической культурой в соответствии с основной программой без ограничений; 2 – специальная медицинская ($СМГ_1$), занимающаяся физической культурой по стандартной программе для лиц с ослабленным здоровьем; 3 – специальная медицинская ($СМГ_2$), занимающаяся по специализированной программе, включающей комплекс дополнительных тренировочных занятий (2 раза в неделю по 60 мин) на фоне стандартной программы для студентов $СМГ_1$.

У всех студентов сравниваемых групп ежемесячно изучали физиологические показатели кардиореспираторной системы в покое и после физической нагрузки. Изучали общепринятые физиологические параметры (частоту сердечных сокращений – ЧСС; пульсовое давление – ПД; систолическое и диастолическое артериальное давление – $АД_С$ и $АД_Д$; систолический объем кровообращения – СОК; минутный объем кровообращения – МОК; функциональную пробу Руфье-Диксона; жизненную емкость легких – ЖЕЛ; жизненный индекс – ЖИ; пробы с произвольной задержкой дыхания на вдохе – Штанге, выдохе – Генчи; адаптационный потенциал – АП), полученные стандартными клинико-физиологическими методами. Цифровой материал опытов обработан методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей ($P<0,05$) с использованием программного комплекта статистической обработки «Microsoft Excel-2003».

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что у всех студентов ЧСС в покое волнообразно увеличивалась по мере их взросления (74,2±1,2–76,1±1,0 против 74,5±1,5–77,5±1,5 уд./мин). Причем в конце 7 и 8-го семестров у юношей ОГ она была меньше, нежели у их сверстников $СМГ_1$ и $СМГ_2$, на 2,5–3,0 и 4,0–3,5 уд./мин ($P>0,05$) соответственно.

Подобная закономерность отмечена у исследуемых студентов в динамике ЧСС после функциональной нагрузки.

В течение четвертого учебного года выявленные значения ПД у студентов из ОГ до функциональной нагрузки на организм колебались волнообразно с тенденцией к снижению к концу наблюдений соответственно от 49,1±1,1 до 47,5±1,2; из $СМГ_1$ – от 55,8±1,3 до 54,5±1,5; из $СМГ_2$ – от 53,8±1,2 до 51,2±1,3 мм рт. ст. Причем у юношей ОГ в сентябре, январе и июне данный показатель был меньше такового у сверстников $СМГ_1$ на 11,5, 10,7 и 13,1 % (P<0,05) соответственно.

Характер колебаний изучаемого гемодинамического параметра после нагрузки на организм в целом соответствовал динамике такового до физической нагрузки.

В ходе наблюдений значения $АД_С$ у студентов-юношей сравниваемых групп до функциональной нагрузки на них имели тенденцию к снижению в возрастном аспекте (120,5±1,1–129,1±1,2 против 119,1±1,2–127,5±1,5 мм рт. ст). Следует отметить, что в начале учебного года (сентябрь), в конце третьего (январь) и четвертого (июнь) учебных семестров у юношей из $СМГ_1$ отмечено превышение $АД_С$ по сравнению с таковыми у их сверстников из ОГ соответственно на 7,8, 8,9 и 9,1 мм рт. ст. (P<0,05).

Аналогичная картина выявлена в характере изменений $АД_С$ после функциональной нагрузки.

Установлено, что у студентов четвертого курса динамика значений $АД_С$ как до функциональной нагрузки на организм, так и после нее находилась в диапазоне колебаний физиологической нормы, эти значения снижались от начала года к его концу (72,5±1,0–74,0±1,2 против 71,5±1,1–73,0±1,0 мм рт. ст.).

$АД_Д$ у студенческой молодежи сравниваемых групп возрастало от начала первого семестра (сентябрь) до его завершения (январь) (68,0±1,2–70,2±1,2 против 75,1±1,1–77,4±1,2 мм рт. ст.) с последующим снижением к концу обучения 8 семестра (май) до 70,0±1,2–71,0±1,2 мм рт. ст. При этом разница в $АД_Д$ на протяжении серии наблюдений между студентами ОГ, $СМГ_1$ и $СМГ_2$ была незначительной (P>0,05).

Характер изменений $АД_Д$ после функциональной нагрузки на организм в целом соответствовал динамике такового до стандартной физической нагрузки.

У юношей всех групп значения СОК до нагрузки волнообразно снижались от начала седьмого к концу восьмого учебного семестров (70,5±1,2–73,2±1,4 против 69,7±1,2–72,1±1,2 мл) и были достоверно выше (69,7±1,2 против 73,2±1,4 мл) у студентов из $СМГ_1$ по отношению к таковым у ровесников из ОГ. В остальные сроки исследований значительных различий в СОК в межгрупповом разрезе не выявлено (P>0,05).

Так, если значения СОК у юношей ОГ и $СМГ_2$ после функциональной нагрузки волнообразно снижались от сентября к июню (75,0±2,1–75,6±2,2 против 74,0±2,4–75,1±2,5 мл), то у сверстников $СМГ_1$, наоборот, увеличивались от 75,7±2,3 до 76,5±2,5 мл (P>0,05).

Установлено, что у наблюдаемых студентов МОК до нагрузки на организм волнообразно возрастал от начала четвертого учебного года к его завершению (5310,1±310,1–5702,3±260,5 против 5402,2±320,5–5800,5±135,2 мл), в январе и июне у юношей $СМГ_1$ МОК был больше соответственно на 425,1 и 419,8 мл (P<0,05), чем в контроле. В то же время разница в данном показателе между ровесниками $СМГ_1$ и $СМГ_2$ была незначительной (P>0,05).

Анализ значений МОК у студентов из $СМГ_1$ и $СМГ_2$ после функциональной нагрузки показал, что они несколько увеличились в возрастном аспекте соответственно от 9626,7±210,5 до 9755,3±215,3 и от 9390,2±215,6 до 9430,5±120,5 мл, а у сверстников из ОГ, напротив, снижались от 9100,2±190,4 до 9003,2±210,1 мл. В то же время в октябре,

декабре, мае и июне юноши ОГ имели относительно низкие показатели МОК по сравнению с их ровесниками $СМГ_1$ и $СМГ_2$, соответственно на 5,5–7,2 % и 2,0–4,3 % (P<0,05).

Выявлено, что параметры функциональной пробы Руфье-Диксона у юношей ОГ и $СМГ_2$ медленно снижались от начала четвертого учебного года к его завершению (3,0±0,–3,1±0,1 против 2,4±0,3–2,9±0,1 у. е.), у ровесников $СМГ_1$, наоборот, возрастали от 4,0±0,2 до 5,1±0,1 у. е. Причем на протяжении наблюдений у студенческой молодежи из $СМГ_1$ они были больше, чем таковые у сверстников из ОГ и $СМГ_2$ соответственно на 27,0 (P>0,05)–53,2 % (P<0,05).

Установлено, что у студентов четвертого курса в основной группе ЖЕЛ была несколько выше, чем таковая у их сверстников из специальных медицинских групп на 3,7–6,4 % (P<0,05).

У студентов-юношей сравниваемых групп значения ЖИ изменялись по мере их взросления от 69,4±0,1–71,2±0,1 до 67,5±0,1–69,1±0,1 мл/кг, в ОГ они были более значительными, чем в специальных медицинских группах (P>0,05).

Выявлено, что значения пробы Штанге у юношей из ОГ волнообразно колебались от 55,4±0,5 до 58,5±0,5, из $СМГ_1$ – от 51,3±0,5 до 52,6±0,5, из $СМГ_2$ – от 53,0±0,2 до 54,1±0,5 с. При этом у юношей $СМГ_1$ данная проба имела меньшие значения, нежели у их сверстников из $СМГ_2$ и особенно из ОГ, соответственно на 3,5 (P>0,05)–14,1 % (P<0,05). Разница в значениях пробы Штанге между сверстниками специальных медицинских групп во все сроки исследований была несущественной (P>0,05).

Аналогичная закономерность выявлена в динамике параметров пробы Генче.

Установлено, что в течение 7–8 учебных семестров у исследуемых студентов АП волнообразно колебался в возрастном аспекте от 1,5±0,1–1,6±0,2 до 1,4±0,1–1,6±0,1 у. е., в зимнюю (январь) и летнюю (июнь) экзаменационные сессии АП был ниже в ОГ по сравнению с $СМГ_1$ и $СМГ_2$ соответственно на 9,5 (P<0,05)–7,2 % (P>0,05) и 11,1(P<0,05) – 7,1 % (P>0,05). При этом разница в АП между студентами специальных медицинских групп на протяжении наблюдений была незначительной (P>0,05).

Резюме. Установлено, что у студентов в течение 4 курса срывов в реализации механизмов адаптации не наблюдалось. В то же время у юношей из ОГ и $СМГ_2$ по сравнению с ровесниками из $СМГ_1$ отмечалось незначительное напряжение морфофизиологических механизмов, направленных на более успешную адаптацию организма к условиям обучения вузе. Причем применение дополнительного комплекса физических упражнений положительно сказывается на деятельности кардиореспираторной системы студентов старших курсов с ослабленным здоровьем и способствует более успешной адаптации к условиям обучения в вузе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев, В. В.* Особенности адаптации учащейся молодежи в зависимости от состояния здоровья и двигательной активности / В. В. Алексеев, А. В. Агафонов // Теоретические и прикладные проблемы социально-правовых, медико-биологических и технолого-экономических сфер жизни общества : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2009. – Ч. 2. – С. 148–149.

2. *Назмутдинова, В. И.* Динамика физического развития и функционального состояния кардиореспираторной системы у студентов вузов с различной двигательной активностью : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / В. И. Назмутдинова. – Тюмень, 2006. – 20 с.

УДК 57.022

СПЕЦИФИЧНОСТЬ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОК МЛАДШИХ КУРСОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТА «СЕЛЕНЕС+»*

PECULIARITY OF THE MORPHOPHYSIOLOGICAL CONDITION OF THE BODI IN THE FIRST AND SECOND-YEAR FEMALE STUDENTS WITH THE HELP OF BIOGENOUS MIXTURE «SELENES+»

Н. И. Анисимов, Н. В. Алтынова, А. А. Шуканов

N. I. Anisimov, N. V. Altynova, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Научно обоснована эффективность коррекции роста, развития и гематологического профиля у студенток 1–2 курсов биогенным соединением «Селенес+».

Abstract. Efficiency of the growth, development and hematologic profile in the first and second-year female students with the help of biogenous mixture «Selenes+» is scientifically proved.

Ключевые слова: *студентки младших курсов, «Селенес+», соматометрические и гематологические показатели.*

Keywords: *junior female students, «Selenes+», somatometry, hematologic inficator.*

Актуальность исследуемой проблемы. Обучение в высшей школе – достаточно сложный и длительный процесс, имеющий ряд характерных особенностей и предъявляющий высокие требования к пластичности психофизиологических перестроек организма молодых людей. При этом адаптация студентов младших курсов к условиям жизни в вузе протекает достаточно напряженно, что связано с их вхождением в новый социальный коллектив, приспособлением к новым условиям обучения, специфическими особенностями умственной деятельности, выраженной гиподинамией и многими другими социально-экономическими и экологическими факторами, которые прямо или опосредованно сказываются на состоянии психического и соматического здоровья студентов [1], [2], [3], [4], [5].

В этом ракурсе сохранение и укрепление здоровья граждан, в том числе учащейся молодежи, является одной из актуальных задач российского государства. Поэтому целью наших исследований явилось научное обоснование коррекции морфофизиологического статуса у студенток 1–2 курсов биогенным соединением «Селенес+».

Материал и методика исследований. Проведены две серии экспериментов и лабораторных исследований с участием 30 студенток основной медицинской группы в возрасте 17–20 лет (по 10 чел. в каждой группе) факультета естествознания и дизайна

* Статья публикуется при финансовой поддержке РГНФ, проект № 09-06-22606 а/В.

среды ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» в течение 1–4 учебных семестров. Студенткам 1–2 курсов обучения за 1 месяц до начала экзаменационных сессий (декабрь, май) назначали плацебо (II группа) и «Селенес+» (III группа) согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ перорально по 1 драже ежедневно. Студенткам контрольной группы плацебо и «Селенес+» не назначали (I группа).

В обеих сериях экспериментов у исследуемых студенток оценивали уровень физического развития (состояние здоровья). Для этого в начале (сентябрь, февраль), в конце (декабрь, май) теоретического обучения, в период зимних (январь) и летних (июнь) экзаменационных сессий I–IV учебных семестров проводили оценку показателей соматометрического и гематологического профилей организма с применением общепринятых в физиологии современных тестов.

Результаты исследований и их обсуждение. В течение 1 серии экспериментов (первый год обучения) выявлено, что рост у исследуемых студенток увеличивался по мере их взросления от 162,52±2,78–164,14±1,33 до 163,83±2,84–164,93±1,33 см без достоверной разницы в межгрупповом разрезе.

Характер изменений массы тела у первокурсниц сравниваемых групп в целом соответствовал динамике их ростовых показателей, к концу первого года обучения масса тела составила 51,33±1,29–52,53±1,18 кг (P>0,05).

Значения индекса Кетле (ИК), характеризующего физиологическую избыточность или недостаточность массы тела, находились в пределах колебаний физиологической нормы (18,85±0,62–19,84±0,68 у. е.) в соответствии с возрастом исследуемых студенток (17–20 лет).

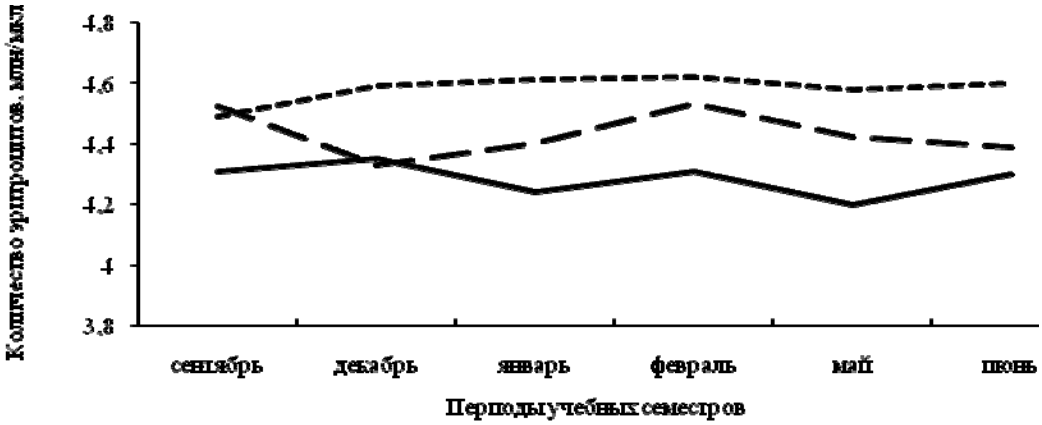


Рис. 1. *Динамика количества эритроцитов у первокурсниц*

(——) I; (– – –) II; (- - -) III групп

Причем минимальные значения изучаемого индекса имели студентки I (контрольной) группы, максимальные – ровесницы III группы в условиях применения «Селенес+» (P>0,05) .

Установлено, что число эритроцитов в крови студенток I и II групп снижалось от начала учебного года к его концу (4,31±0,115 против 4,30±0,206 и 4,52±0,119 против 4,39±0,113 млн/мкл соответственно), а у девушек III группы, напротив, возрастало от

4,49±0,116 до 4,60±0,999 млн/мкл (рис. 1). При этом его превышение у первокурсниц III группы, применявших испытуемый биопрепарат, по отношению к контрольным значениям составило 4,2–9,0 % с достоверной разницей в январе (зимняя экзаменационная сессия) и мае (конец теоретического обучения 2 семестра).

Характер изменений концентрации гемоглобина в крови студенток сравниваемых групп (рис. 2) в целом соответствовал динамике количества эритроцитов. Во все сроки исследований девушки III группы превосходили своих сверстниц из I группы по уровню этого гематологического показателя на 3,5–11,9 % (P>0,05).

Выявлено, что число лейкоцитов у анализируемых первокурсниц имело тенденцию снижения от начала 1 к концу 2 учебного семестров (7,07±0,805–7,28±0,809 против 6,20±0,425–6,58±0,445 тыс/мкл) без существенных различий в межгрупповом разрезе.

Анализ динамики скорости оседания эритроцитов (СОЭ) показал, что у исследуемых студенток она волнообразно понижалась в возрастном аспекте от 4,70±1,266 до 3,60±1,288, от 5,40±1,308 до 3,20±1,179 и от 4,50±1,055 до 3,00±0,548 мм/ч в I, II и III группах соответственно. Причем максимальные значения изучаемого параметра у девушек сравниваемых групп наблюдались в декабре, минимальные – в июне (P>0,05).

Во все сроки исследований средние значения по гематологическому профилю имели студентки II группы в условиях применения плацебо.

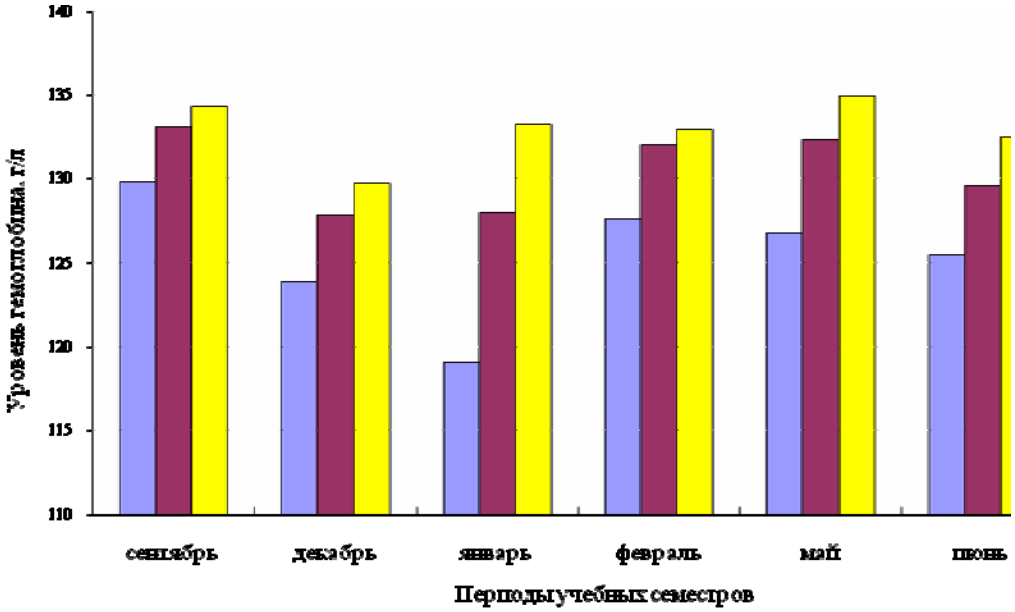


Рис. 2. *Динамика уровня гемоглобина у первокурсниц*

I; II; III группы

В ходе 2 года обучения (вторая серия исследований) у студенток сравниваемых групп рост и масса тела увеличивались от 164,26±2,917–165,57±1,596 до 166,01±3,726–166,48±2,980 см и от 50,82±2,365–53,47±1,838 до 52,35±2,424–55,02±2,728 кг соответственно (P>0,05).

Установлено, что у изучаемых второкурсниц ИК волнообразно повышался от начала экспериментов к их концу (18,83±0,704–19,26±0,920 – 19,03±0,861–19,99±1,095 у. е.) без достоверного различия при межгрупповом сопоставлении. Причем минимальные значения данного индекса наблюдались в периоды зимней и летней экзаменационных сессий.

Выявлено, что в процессе наблюдений количество эритроцитов в крови девушек контрольной группы волнообразно снижалось по мере их взросления от 4,32±0,085 до 4,27±0,113 млн/мкл (рис. 3). Иная закономерность была отмечена у студенток опытных групп. Так, у них в обозначенные сроки исследований число эритроцитов имело тенденцию к медленному росту (4,40±0,158–4,51±0,103 против 4,55±0,113–4,92±0,107 млн/мкл). Причем студенческая молодежь, принимавшая биогенное соединение «Селенес+», во все сроки наблюдений превосходила своих сверстниц из I и II групп соответственно на 8,4–15,2 и 4,7–8,1 % (P<0,05–0,01).

Характер изменений уровня гемоглобина исследуемых второкурсниц (рис. 4) в целом соответствовал динамике числа эритроцитов. Так, если у студенток I и II групп данный гематологический параметр в течение экспериментов снижался от 125,70±2,248 до 120,20±5,417 и от 128,50±2,822 до 126,50±5,197 г/л соответственно, то у их сверстниц III группы, наоборот, медленно повышался в возрастном аспекте (131,50±3,437 против 134,00±3,017 г/л). При этом у второкурсниц III группы достоверное превышение концентрации гемоглобина в крови в сравнении с контрольными показателями имело место в декабре (конец теоретического обучения 3 семестра), январе (зимняя экзаменационная сессия) и июне (летняя экзаменационная сессия).

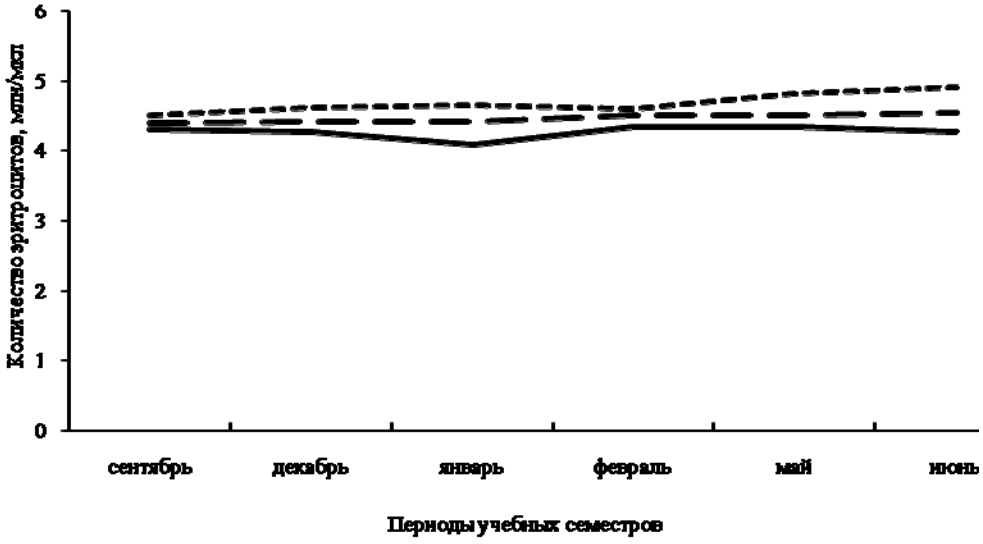


Рис. 3. ***Динамика количества эритроцитов у второкурсниц***

(——) I; (– – –) II; (- - -) III групп

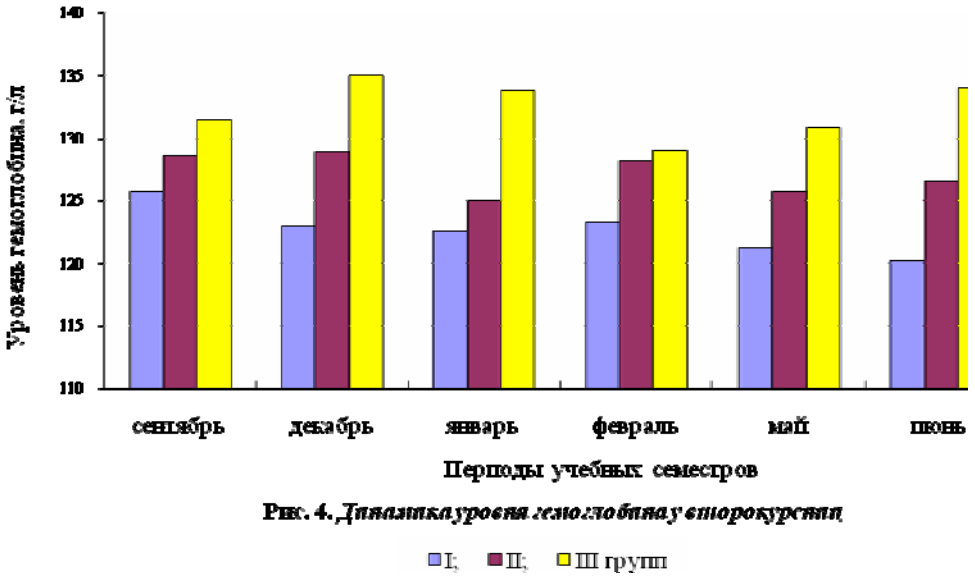


Рис. 4. *Динамика уровня гемоглобина у второкурсниц*

Иная закономерность установлена в динамике числа лейкоцитов в крови студенток сравниваемых групп, которое имело тенденцию к снижению от начала 3 к концу 4 учебного семестра (6,15±0,857–6,83±0,647 против 5,01±0,328–6,02±0,821 тыс/мкл) без существенных различий в межгрупповом разрезе.

Динамика значений СОЭ в целом соответствовала характеру изменений количества лейкоцитов. Так, они в период второй серии опытов у второкурсниц плавно снижались от 4,10±1,011–4,70±1,074 до 4,00±1,072–4,30±1,074 мм/ч (P>0,05).

Резюме. Экспериментально доказано, что студентки, применявшие новый иммунокорректор отечественного производства «Селенес+», превосходили контрольных ровесниц к концу IV учебного семестра по росту, массе тела, индексу Кетле на 0,5–4,9 % (P>0,05), количеству эритроцитов и уровню гемоглобина в крови – на 5,3–8,1 % (P<0,05).

Промежуточное положение по изученным показателям соматометрии и гематологической картины между студентками I и III групп занимали их ровесницы II группы (плацебо).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ванюшин, Ю. С.* Типы кардиореспираторной системы на физическую нагрузку / Ю. С. Ванюшин, Г. А. Павлова // Материалы XIX съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова. – Екатеринбург, 2004. – С. 169–170.

2. *Гаврилова, И. Н.* Вегетативные проявления реакций срочной и долговременной адаптации студенток к условиям образовательной деятельности : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / И. Н. Гаврилова. – Тюмень, 2007. – 26 с.

3. *Димитриев, Д. А.* Влияние экзаменационного стресса и психоэмоциональных особенностей на уровень артериального давления и регуляцию сердечного ритма у студенток / Д. А. Димитриев, А. Д. Димитриев, Ю. Д. Карпенко, Е. В. Сапёрова // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 4. – С. 1–8.

4. *Измайлова, М. А.* Адаптивные изменения физиологического статуса юношей и девушек ингушской национальности в процессе обучения в вузе : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / М. А. Измайлова. – Майкоп, 2009. – 22 с.

5. *Холоднюк, Т. А.* Роль индивидуальных психофизиологических показателей школьников в процессе адаптации к условиям предпрофильной подготовки и профильного обучения : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / Т. А. Холоднюк. – Челябинск, 2009. – 23 с.

УДК 616.125:616.12-008.318

ЛАБОРАТОРНЫЕ МАРКЕРЫ КАРДИОВАСКУЛЯРНОГО ПРОГНОЗА У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В СОЧЕТАНИИ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ВТОРОГО ТИПА И ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ

LABORATORY MARKERS OF THE CARDIOVASCULAR PROGNOSIS IN PATIENTS WITH THE ARTERIAL HYPERTENSON IN COMBINATION WITH DIABETES OF TYPE 2 AND ATRIAL FIBRILLATION

А. В. Барсуков, Т. С. Свеклина, С. Б. Шустов, В. А. Козлов, Л. Ю. Карулина

A. V. Barsukov, T. S. Sveklina, S. B. Shustov, V. A. Kozlov, L. Y. Karulina

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург,
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический
университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары,
ГУЗ «Республиканский эндокринологический диспансер»
Минздравсоцразвития Чувашии, г. Чебоксары

Аннотация. В ходе ретроспективного анализа и текущего наблюдения 353-х клинических случаев установлено, что у пациентов с артериальной гипертензией (АГ), страдающих одновременно сахарным диабетом 2-го типа (СД) и различными формами фибрилляции предсердий (ФП), чаще встречаются гипертриглицеридемия, гиперурикемия, гипергликемия, увеличение уровня гликированного гемоглобина и С-реактивного белка, признаки почечной дисфункции по сравнению с больными АГ, страдающими изолированно либо СД, либо ФП.

Abstract. Retrospective analysis and current investigation of 353 clinical cases allowed to establish that among essential hypertensive patients with type 2 diabetes mellitus (DM) and atrial fibrillation (AF) high blood levels of triglycerides, uricacid, HbA1c, C-reactive protein, renal dysfunction sygns are more prevalented in comparison with hypertensive patients with either DM or AF.

Ключевые слова: *артериальная гипертензия, сахарный диабет второго типа, фибрилляция предсердий, лабораторные маркеры, кардиоваскулярный прогноз, хроническая болезнь почек.*

Keywords: *arterial hypertension, type 2 diabetes mellitus, atrial fibrillation, laboratory markers, the cardiovascular prognosis, chronic kidney disease.*

Актуальность исследуемой проблемы. Артериальная гипертензия (АГ) представляет собой неинфекционную пандемию второй половины XX–XXI столетий. АГ весьма часто ассоциируется с такими заболеваниями, как фибрилляция предсердий (ФП) и сахарный диабет (СД) 2-го типа. В последние годы мировая научная общественность стала уделять особое внимание такому потенциально модифицируемому фактору риска ФП, как СД, распространенность которого в современной популяции имеет явную тенденцию к росту [6]. Анализ литературных данных о сочетании СД 2-го типа с ФП показал, что этот вопрос исследован недостаточно, тогда как разрозненные данные, полученные в не-

многочисленных исследованиях, свидетельствуют о значительной актуальности анализируемой проблемы [8]. Очевидно, что с ростом популяции больных СД 2-го типа рассматриваемый нами вариант патологии будет, по-видимому, встречаться все чаще, заметно влияя на показатели общей заболеваемости и смертности населения. Такое предположение подтверждается проспективным наблюдением, в котором было доказано, что частота встречаемости ФП среди субъектов в возрасте 65 лет и старше в настоящее время составляет 8 % и, с учетом старения популяции, в последующие 50 лет ожидается увеличение этого показателя в 2,5 раза [5].

Материал и методика исследований. На основании архивной медицинской документации за период с мая 2002 по май 2009 г. и текущего наблюдения за госпитализированными в 2009–2010 гг. в 1-ю клинику терапии (усовершенствования врачей) Военно-медицинской академии больными проанализировано 3150 историй болезней пациентов, страдающих гипертонической болезнью (ГБ) II–III стадии (1–3 степень АГ). Диагноз ГБ и степень повышения артериального давления устанавливали в соответствии с Рекомендациями экспертов Российского медицинского общества по артериальной гипертонии Всероссийского научного общества кардиологов (2008). В результате было отобрано 353 случая, которые были поделены на три группы: 1-я группа – 122 пациента с СД 2-го типа в сочетании с ФП, представленной пароксизмальной, персистирующей и постоянной формами (58 мужчин и 64 женщины, средний возраст 66,1±7,6 лет); 2-я группа – 128 лиц с СД 2-го типа без ФП (58 мужчин и 70 женщин, средний возраст 63,7±6,7 лет); 3-я группа – 103 человека только с ФП (52 мужчины и 51 женщина, средний возраст 67,1±8 лет).

Группы были сопоставимы по возрасту, полу, индексу массы тела (ИМТ). Длительность анамнеза СД 2-го типа в 1-й и 2-й группах составила 7,3±6,0 лет и 8,2±6,0 лет ($p>0,05$) соответственно. Длительность анамнеза ФП в 1-й и 3-й группах – 6,6±5,1 лет и 6,9±5,9 лет ($p>0,05$) соответственно. Больных, страдающих патологией клапанного аппарата, нарушениями тиреоидного обмена, в исследование не включали. Длительность анамнеза АГ оказалась близкой во всех трех группах: 16,0±8,1 лет, 15,2±8,3, 15,3±9,5 лет соответственно ($p>0,05$ для всех групп). Диагноз СД 2-го типа был установлен в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (1999) и Американской ассоциации по изучению сахарного диабета (1997, 2003). Величины так называемого офисного артериального давления в группах в среднем составили: в 1-й группе – 143/99, во 2-й – 163/93, в 3-й – 147/91 мм рт. ст. ($p=1,0$ для всех групп). Диагноз и формы ФП устанавливали в соответствии с Рекомендациями Европейского общества кардиологов (2007) [4].

В соответствии с целью и задачами работы отбирались следующие данные (на момент поступления в клинику): показатели обмена веществ, включавшие содержание в сыворотке холестерина (ХС), триглицеридов (ТГ), ХС липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП), ХС липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП), глюкозы, гликированного гемоглобина (HbA1c), мочевой кислоты. Также оценивали функциональное состояние почек: наличие/отсутствие микроальбуминурии (МАУ), концентрацию креатинина и калия сыворотки, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), которую рассчитывали по сокращенной формуле MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) для лиц моложе 70 лет и по формуле Кокрофта-Гаулта – для больных старше 70 лет.

Полученный статистический материал обработан методами описательной статистики в табличном процессоре Excel из пакета прикладных программ MS Office 2007. Данные представлены в виде M±m, где M – средняя, m – среднеквадратичное отклонение.

Оценка различий средних величин количественных показателей в каждой группе осуществлялась с помощью критерия U Мана-Уитни в среде StatSoft Statistica 6,0. Оценка различий частоты встречаемости показателей в процентном отношении к общей выборке (группе) осуществлялась с помощью критерия χ^2 и таблиц сопряжения 2×2 в среде статистического пакета BioStat 2008. Различия принимали достоверными при p<0,05.

Результаты исследований и их обсуждение. Показатели липидного обмена приведены в табл. 1. Как следует из ее данных, показатели липидного обмена у обследованных лиц не различались (p=1,0). Уровень ХС, ХС ЛПНП в группах несколько превышал принятую для больных АГ норму (ESH/ESC, 2007). Уровень ХС ЛПВП в каждой группе соответствовал нормальным величинам. Процент лиц (табл. 2), у которых наблюдалась гипертриглицеридемия (≥1,7 ммоль/л) оказался наибольшим среди больных 1-й и 2-й групп и наименьшим – у больных 3-й группы (p=0,001). Вторичная гипертриглицеридемия характерна для больных СД 2-го типа. Известно, что при впервые выявленном и декомпенсированном СД 2-го типа, как правило, повышена концентрация ХС, ТГ, ХС ЛПНП, липопротеидов очень низкой плотности (ХС ЛПОНП) и снижен уровень ХС ЛПВП. Основной причиной гипертриглицеридемии при СД 2-го типа является низкая чувствительность висцеральной жировой ткани к антилиполитическому действию инсулина. Вследствие активации липолиза большое количество свободных жирных кислот поступает в портальный кровоток, что в сочетании с гиперинсулинемией повышает синтез ТГ и ХС ЛПОНП печенью. У больных СД 2-го типа также снижена активность эндотелиальной липопротеидлипазы, ответственной за катаболизм ТГ и ХС ЛПОНП, что усугубляет гипертриглицеридемию [7]. Согласно другим данным, в типичных случаях СД 2-го типа характеризуется «липидной триадой»: увеличением концентрации ТГ, невысоким (нормальным) уровнем ХС, снижением ХС ЛПВП и преобладанием в крови мелких плотных частиц ХС ЛПНП фенотипа В при пограничных значениях ХС ЛПНП [14]. Уровень ТГ является одним из маркеров метаболического синдрома, являющегося одной из ведущих причин сердечно-сосудистых событий у больных АГ [3].

Таблица 1

Показатели обмена веществ и провоспалительного статуса у обследованных больных АГ

Группа / Показатели	СД 2-го типа в сочетании с ФП	СД 2-го типа	ФП	U-тест, значение p
Общий ХС, ммоль/л	5,55±1,26	5,67±0,93	5,6±1,2	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0
Триглицериды, ммоль/л	1,65±0,79	1,85±0,92	1,12±0,41	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,6±1,0	3,47±1,05	3,25±1,25	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,3±0,4	1,36±0,34	1,53±0,3	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0
Глюкоза натощак, ммоль/л	8,0±2,3	8,1±2,2	4,8±0,5	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=0,04; 2-я к 3-й p=0,04
HbA1c, %	8,2±1,8	7,7±1,8	–	1-я ко 2-й p=1,0
Мочевая кислота, мкмоль/л	357±56	295±48	341±60	1-я ко 2-й p=0,04; 1-я к 3-й p=0,1; 2-я к 3-й p=0,1
СРБ, нг/мл	4,7±1,8	4,2±1,5	3,3±1,1	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0

У обследуемых нами больных обеих групп с СД 2-го типа уровни гликемии были выше условной нормы и оказались по определению достоверно большими (p=0,04), чем у больных с изолированной ФП, у которых наблюдалась нормогликемия (табл. 1). Процентное содержание HbA1c, в соответствии с лечебным диагностическим стандартом, было измерено только у больных 1-й и 2-й групп, у которых оно в среднем оказалось выше границы условной нормы (<7,0 %). Различия средних концентраций HbA1c между группами оказались статистически недостоверны (p=1,0). Однако при сравнении количества больных с уровнем HbA1c >7,0 % группы различались (табл. 2). Таких больных оказалось больше в 1-й группе, чем во 2-й. Значение гипергликемии в контексте нашего исследования становится понятным, если учесть, что она является опасным фактором риска сердечно-сосудистых событий и может приводить к ним даже у людей без СД, что было установлено в метаанализе 38 исследований, охвативших 172934 мужчины и 44216 женщин [8].

Таблица 2

Процент обследованных больных АГ с патологически измененным обменом веществ и провоспалительным статусом, %

Показатели \ Группа	СД 2-го типа в сочетании с ФП	СД 2-го типа	ФП	χ^2, значение p
Общий ХС, >5,0 ммоль/л	59,0	70,3	63,1	1-я ко 2-й p=0,1; 2-я к 3-й p=0,29 1-я к 3-й p=0,29
Триглицериды, ≥ 1,7 ммоль/л	38,5	37,5	1,0	1-я и 2-я к 3-й p=0,001
Мочевая кислота, > 420♂/350♀ мкмоль/л	25,4	13,3	15,5	1-я ко 2-й p=0,03; 1-я к 3-й p=0,55; 2-я к 3-й p=0,55
HbA1c, > 7 %	62,3	56,3	–	1-я ко 2-й p=0,04
СРБ, > 3,0 нг/мл	86,2	72,7	60,0	1-я ко 2-й p=0,02; 2-я к 3-й p=0,05 1-я к 3-й p=0,02

Величина урикемии, определяемая по концентрации мочевой кислоты, была достоверно выше у больных 1-й группы по сравнению со 2-й (p=0,04), 1-я и 3-я, 2-я и 3-я группы между собой достоверно не различались (p>0,05). Процент лиц, имевших гиперурикемию (>420 мкмоль/л для мужчин и >350 мкмоль/л для женщин), был также наибольшим в 1-й группе (p=0,03) по отношению ко 2-й и 3-й группам (табл. 1).

В нашем исследовании достоверного увеличения уровня С-реактивного белка (СРБ) у обследованных лиц всех групп не наблюдалось (p=1,0), но средние величины СРБ в 1-й и 2-й группах оказались несколько выше, чем у больных с изолированной ФП (p>0,05). При подсчете процента лиц, имевших концентрацию СРБ>3,0 нг/мл (табл. 2), выявлено, что таких больных в 1-й группе (86,2 %) достоверно больше по отношению ко 2-й (72,7 %) и 3-й (60,0 %) группам (χ^2 p=0,02). Между 2-й и 3-й группами также наблюдались достоверные различия (72,7 % и 60,0 % соответственно, χ^2 p=0,05). Этот результат совпадает с литературными данными, согласно которым лица, имеющие СД 2-го типа, характеризуются значимым провоспалительным паттерном [15]. Сообщается, что инсулиновая резистентность тесно связана с величинами показателей гемостаза, СРБ [12] и риском развития ФП [1]. Связь между повышенными плазменными уровнями СРБ и риском развития ФП может быть значительной. Так, установлено, что увеличение плазменной концентрации СРБ сопровождается увеличением риска ФП в 2,19 раза [10].

Как следует из данных, представленных в табл. 3, уровни содержания креатинина и калия у обследованных лиц достоверно не различались (p=1,0 для всех групп). Величины скорости клубочковой фильтрации (СКФ), полученные при помощи формул MDRD и Кокрофт-Гаулта, также оказались практически одинаковыми во всех группах (p=1,0). Процент лиц, у которых СКФ соответствовала критерию хронической болезни почек (ХБП), оказался наибольшим среди больных с СД 2-го типа в сочетании с ФП и наименьшим – у больных с ФП без СД 2-го типа (табл. 4), но различия недостоверны (p>0,05). Примечательно, что пациенты 1-й группы получали нефропротективную терапию (ИАПФ и/или верапамил) несколько чаще (18,8 %), чем пациенты 2-й (11,3 %; p=0,04) и 3-й групп (9,7 %; p=0,04).

Таблица 3

Показатели функционального состояния почек

Группа / Показатели	СД 2-го типа в сочетании с ФП	СД 2-го типа	Изолированная ФП	U-тест, значения p
Креатинин сыворотки, мкмоль/л	93,4±18,9	92,8±18,1	84,4±14,5	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0
СКФ, мл/мин	62,5±10,4	66,5±13,1	66,6±10,3	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0
Калий сыворотки, ммоль/л	4,68±0,43	4,72±0,36	4,8±0,4	1-я ко 2-й p=1,0; 1-я к 3-й p=1,0; 2-я к 3-й p=1,0

Таблица 4

Частота встречаемости показателей, характерных для почечной дисфункции, у обследованных больных артериальной гипертензией

Группа / Показатели	СД 2-го типа в сочетании с ФП	СД 2-го типа	Изолированная ФП	χ^2, значения p
Процент больных, имевших признаки ХБП (СКФ < 60 мл/мин/1,73 м^2), %	49,2	44,5	36,9	1-я ко 2-й; 1-я к 3-й p=0,06; 2-я к 3-й p=0,06
Процент больных, имевших гиперкалиемию, > 5,5 ммоль/л, %	4,9	1,6	5,8	1-я ко 2-й; 1-я к 3-й p=0,06; 2-я к 3-й p=0,06
Процент больных с микроальбуминурией, %	79,5	62,2	67,3	1-я ко 2-й; 1-я 3-й p=0,05; 2-я к 3-й p=0,06

Количество больных с уровнем калия сыворотки более 5,5 ммоль/л оказалось наибольшим среди пациентов 3-й группы и наименьшим – у больных 2-й группы, но различия статистически незначимы (p=0,06). Следует, однако, отметить, что в группах обследованных нами больных не встречалось пациентов с уровнем калия сыворотки ≥6,0 ммоль/л.

Как следует из данных табл. 4, наибольшее количество больных с МАУ было обнаружено в 1-й группе больных – 79,5 %, (p=0,05 по отношению ко 2-й и 3-й группам), наименьшее – во 2-й группе – 62,2 %, что допустимо объяснить дополнительным вкладом ФП в формирование почечной дисфункции у больных 1-й группы. Полученные данные позволяют сделать заключение, что МАУ в рамках нашего исследования имела большее диагностическое значение, чем расчет СКФ. Факт частого выявления среди обследованных нами лиц с АГ МАУ (особенно у больных с СД 2-го типа в сочетании с ФП) заслу-

живает особого внимания. Полученные данные соответствуют результатам многоцентрового исследования i-SEARCH [2], посвященного оценке состояния органов-мишеней у больных АГ высокого риска, и определенно превышают частоту встречаемости МАУ среди обследованных больных с СД 2-го типа и АГ в других проектах (в частности, в исследованиях CURES [11] и ONTARGET [13]).

Резюме. Полученные нами данные позволяют заключить, что пациенты с АГ, страдающие одновременно СД 2-го типа и различными формами ФП, характеризуются более частой встречаемостью гипертриглицеридемии, гиперурикемии, случаев увеличения СРБ, признаков почечной дисфункции по сравнению с больными, страдающими изолированно либо СД 2-го типа, либо ФП. Кроме того, больные с сочетанием СД 2-го типа и ФП чаще имели уровень HbA1c>7,0 %, чем больные СД 2-го типа без нарушения ритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bahadursingh, S.* C-reactive protein: adjunct to cardiovascular risk assessment / S. Bahadursingh [et al.] // West Indian. Med. J. – 2009. – Vol. 58. – N 6. – P. 551–555.

2. *Böhm, M.* Association of cardiovascular risk factors with microalbuminuria in hypertensive individuals: the i-SEARCH global study / M. Böhm [et al.] // J. Hypertens. – 2007. – Vol. 25. – N 11. – P. 2317–2324.

3. *Bosevski, M.* Clinical role of estimation metabolic syndrome's components in type 2 diabetic population with symptomatic coronary artery disease a comparison of two criteria / M. Bosevski [et al.] // Med Arh. – 2010. – Vol. 64. – N 3. – P. 144–146.

4. ESC1/EASD2 2007: tactics of conducting patients with a heart failure, arrhythmia, a pathology of peripheral vessels and cerebrovascular diseases at presence of diabetes mellitus // European Heart J. – 2007. – Vol. 28. – N 1. – P. 88–136.

5. *Heeringa, J.* Prevalence, incidence and lifetime risk of atrial fibrillation: the Rotterdam study / J. Heeringa [et al.] // Eur. Heart J. – 2006. – Vol. 27. – P. 949–953.

6. *International* Diabetes Federation : diabetes atlas [Electronic]. – 3.d ed. – URL: http://www.eatlas.idf.org/media/2006

7. *Laakso, M.* Lipid disorders in type 2 diabetes / M. Laakso // Endocrinol Nutr. – 2009. – N 56 (Suppl 4). – P. 43–45.

8. *Levitan, E. B.* Is nondiabetic hyperglycemia a risk factor for cardiovascular disease? A meta-analysis of prospective studies / E. B. Levitan [et al.] // Arch Intern Med. – 2004. – Vol. 164. – N 19. – P. 2147–2155.

9. *Levy, S.* Epidemiology of atrial fibrillation: clinical implication and relevance to therapy. Practical Therapeutic Strategies for Atrial Fibrillation: tests of simposium held in conjuction with Europace 97. – Athens, 1997. – P. 2345.

10. *Marott, S. C.* Does elevated C-reactive protein increase atrial fibrillation risk? A Mendelian randomization of 47,000 individuals from the general population / S. C. Marott [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2010. – Vol. 56. – N 10. – P. 789–795.

11. *Pradeepa, R.* Risk Factors for Microvascular Complications of Diabetes Among South Indian Subjects with Type 2 Diabetes-The Chennai Urban Rural Epidemiology Study (CURES) Eye Study-5 / R. Pradeepa [et al.] // Diabetes Technol. Ther. – 2010. – Sep 6. [Epub ahead of print].

12. *Reaven, G. M.* The metabolic syndrome or the insulin resistance syndrome? Different names, different concepts, and different goals / G. M. Reaven // Endocrinol. Metab. Clin. North Am. – 2004. – N 33. – P. 283–303.

13. The ONTARGET/TRANSCEND Investigators. Rationale, design, and baseline characteristics of 2 large, simple, randomized trials evaluated telmisartan, ramipril, and their combination in high-risk patients: the Ongoing Telmisartan Alone and in combination with Ramipril Global Endpoint Trial/Telmisartan Randomized Assessment Study in ACE intolerant subjects with Cardiovascular Disease // Am. Heart J. – 2004. – Vol. 148. – P. 52–61.

14. *Vranic, M.* Journey Between Scylla and Charibdis Through Storms of Carbohydrate Metabolism and Diabetes: A Career Retrospective [Electronic] / M. Vranic // Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. – 2010. – URL: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20823450

15. *Wannamethee, S. G.* The metabolic syndrome and insulin resistance: relationship to haemostatic and inflammatory markers in older non-diabetic men / S. G. Wannamethee [et al.] // Atherosclerosis. – 2005. – Vol. 181. – N 1. – P. 101–108.

УДК 612.017.2:378

КОРРЕКЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОК МЛАДШИХ КУРСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТА «СЕЛЕНЕС+»*

THE CORRECTION OF THE PHYSIOLOGICAL STATE OF THE FIRST-AND SECOND-YEAR FEMALE STUDENTS BY TAKING BIOPREPARATION «SELENES+»

О. П. Борцова, Т. А. Привалова, А. В. Панихина, А. А. Шуканов

O. P. Bortzova, T. A. Privalova, A. V. Panikhina, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Прием биогенного соединения «Селенес+» оказывает корригирующее влияние на морфофизиологический статус студенток 1–2 курсов.

Abstract. Taking the biogenical compound «Selenes+» produces corrective effect on the morphophysiological status of the first-and second-year female students.

Ключевые слова: *студентки 1–2 курсов, «Селенес+», адаптация, морфофизиологическое состояние.*

Keywords: *female, students of the first- and second-year, «Selenes+», adaptation, morphophysiological state.*

Актуальность исследуемой проблемы. На состояние здоровья студенческой молодежи оказывает влияние сложный комплекс разнообразных факторов, среди которых особое место принадлежит учебной нагрузке, связанной с интенсивной умственной деятельностью, нарушением режима труда и отдыха, гиподинамией, стрессовыми ситуациями. В многочисленных физиолого-гигиенических исследованиях отмечается ухудшение функционального состояния организма подростков в процессе адаптации к учебной деятельности в вузах. В связи с этим изучение состояния здоровья учащихся и разработка мер по его укреплению является одной из важнейших государственных задач [1], [4], [5].

Селен чрезвычайно важен для нормальной работы иммунной и антиоксидантной систем организма человека, поскольку является необходимым компонентом ряда ферментных и детоксицирующих систем клеток. Важнейшими функциями селена являются подавление процессов свободнорадикального окисления клеточных структур с последующим иммуностимулирующим действием. Коррекция селенодефицитного состояния большей части российского населения использованием биогенных соединений селена является актуальной проблемой здравоохранения [2], [3], [6].

* Статья публикуется при финансовой поддержке РГНФ, проект № 09-06-22606 а/В.

В этой связи целью нашей работы явилось исследование особенностей физиологического статуса у студенток 1–2 курсов в условиях применения биогенного вещества «Селенес+».

Материал и методика исследований. Проведены две серии экспериментов и лабораторных исследований с участием 30 студенток основной медицинской группы в возрасте 17–20 лет (по 10 чел. в каждой группе) факультета естествознания и дизайна среды ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» в течение 1, 2, 3, 4 учебных семестров. Студенткам 1–2 курсов за 1 месяц до начала зимних (январь) и летних (июнь) экзаменационных сессий назначали «Селенес+» (III группа) и плацебо (II группа) согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ перорально по 1 драже ежедневно. Ровесницы I группы плацебо и «Селенес+» не принимали (контроль).

В обеих сериях экспериментов у студенток сравниваемых групп изучали морфофизиологический статус организма. Для этого в начале (сентябрь, февраль), конце (декабрь, май) теоретического обучения, в периоды зимних (январь) и летних (июнь) экзаменационных сессий 1–4 учебных семестров проводили оценку состояния антропометрии, биохимического и гематологического профилей, сердечно-сосудистой системы (ССС) с применением клинико-физиологических и математических методов исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные в первой серии экспериментов результаты показали, что рост исследуемых студенток 1 курса увеличивался по мере их взросления от 161,45±3,05–162,40±2,07 до 162,57±2,49–163,26±1,10 см без достоверной разницы в межгрупповом сопоставлении. Изменения массы тела у первокурсниц сравниваемых групп носили волнообразный характер и варьировались от 50,88±1,82 до 55,15±2,91 кг (P>0,05).

Значения индекса Кетле (ИК), характеризующего физиологическую избыточность или недостаточность массы тела, находились в пределах физиологической нормы (19,08±0,50–21,13±0,82 у. е.) для данной возрастной категории исследуемых девушек (17–20 лет) (P>0,05).

При анализе полученных гематологических данных установлено, что у первокурсниц I и II групп имела место тенденция к снижению числа эритроцитов в крови от начала теоретического обучения (сентябрь, февраль) к периодам экзаменационных сессий (январь, июнь) от 4,44±0,13–4,53±0,13 и 4,54±0,10–4,51±0,12 до 4,19±0,13–4,18±0,05 и 4,26±0,18–4,45±0,07 млн/мкл соответственно. У студенток III группы, наоборот, наблюдалось повышение значений данного параметра в указанные сроки от 4,43±0,09–4,41±0,13 до 4,59±0,13–4,51±0,08 млн/мкл. При этом разница с контрольной группой в феврале и июне оказалась достоверной (P<0,01–0,05). Колебания уровня гемоглобина в крови девушек сравниваемых групп имели аналогичный характер.

Количество лейкоцитов у исследуемых студенток волнообразно менялось в течение первого года обучения: в конце теоретического обучения и в период зимней экзаменационной сессии в III группе было выше по отношению к изучаемому гематологическому показателю в I и II группах.

Установлено, что если активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) у первокурсниц I (контроль) и II (плацебо) групп имела тенденцию к нарастанию от начала теоретического обучения к периодам экзаменационных сессий от 3,49±0,36–4,11±0,25 и 3,88±0,23–4,28±0,31 до 4,40±0,14–4,45±0,14 и 4,39±0,17–4,40±0,27 мV соответственно, то у сверстниц III группы («Селенес+») она повышалась (4,17±0,19–4,34±0,21 против 4,37±0,12–4,45±0,18) с последующим снижением до 4,13±0,16–4,16±0,05 mV к экзаменационным периодам (P>0,05).

Изменение активности антиоксидантной системы (АОС) представлено на рис. 1.

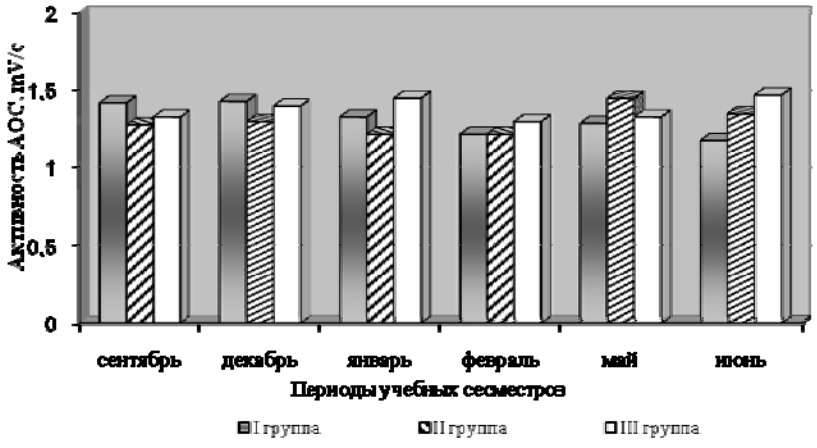


Рис. 1. ***Динамика активности АОС в сыворотке крови первокурсниц***

АОС у девушек I и II групп волнообразно повышалась в возрастном аспекте с дальнейшим снижением в периоды экзаменационных сессий. Иная закономерность выявлена в динамике активности АОС у студенток III группы: она медленно возрастала на протяжении всего периода исследований. Причем в июне она были выше таковой у контрольных сверстниц на 24,6 % (P<0,001).

В течение 2 курса (вторая серия исследований) рост студенток сравниваемых групп постепенно увеличивался от 163,29±2,66–163,86±2,13 до 164,12±1,94–164,50±2,10 см. Динамика массы тела исследуемых второкурсниц в целом соответствовала характеру изменений их ростовых показателей и находилась в диапазоне от 50,20±1,61 до 53,90±1,88 кг (P>0,05).

Аналогичная закономерность обнаружена в динамике значений ИК (18,69±0,39–20,07±0,44 против 18,82±0,29–20,07±0,44 у. е.).

Из анализа характера колебаний количества эритроцитов следует, что если у второкурсниц I (контроль) и II (плацебо) групп оно уменьшалось от начала обоих учебных семестров к их завершению, то у ровесниц III группы («Селенес+») отмечен постепенный рост значения этого показателя по мере взросления. При этом число эритроцитов у девушек этой группы было достоверно выше, чем у их сверстниц I и II групп в предэкзаменационные (декабрь, май) и экзаменационные (январь, июнь) периоды (P<0,01–0,05).

Характер изменений концентрации гемоглобина в крови студенток 2 курса всецело соответствовал динамике количества эритроцитов. Причем у сверстниц III группы, принимавших «Селенес+», в конце 4 учебного семестра (июнь) концентрация гемоглобина была выше по сравнению с таковой в I и II группах на 8,4–10,0 % (P<0,01–0,05).

Установлено, что число лейкоцитов у студенток I и II групп волнообразно повышалось от начала теоретического обучения к периодам экзаменов (7,45±0,49–7,63±0,70 и 6,08±0,29–5,93±0,36 против 7,70±0,41–7,74±0,40 и 6,53±0,30–6,75±0,29 тыс./мкл соответственно). У ровесниц III группы в условиях применения биогенного соединения «Селенес+», напротив, имела место тенденция к снижению в возрастном аспекте от 7,91±0,21–7,44±0,45 до 7,44±0,45–6,78±0,50 тыс./мкл с достоверным преимуществом по отношению к значениям в I и II группах на конец 4 учебного семестра (P<0,01–0,05).

Разница в активности ПОЛ у исследуемых второкурсниц во все сроки наблюдений была незначительной *(P>0,05)*.

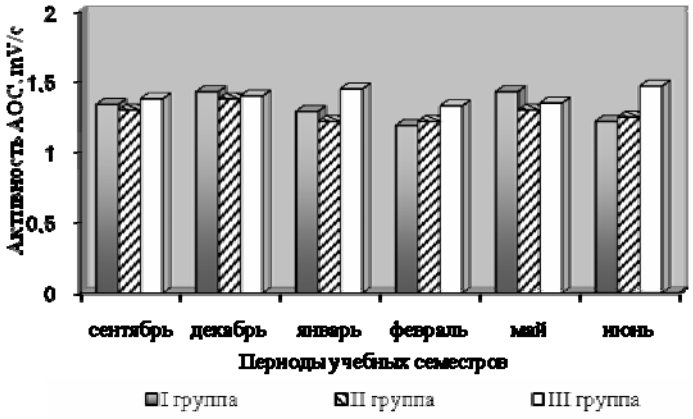


Рис. 2. ***Динамика активности АОС в сыворотке крови второкурсниц***

Установлено, что если активность АОС (рис. 2) у девушек I (контроль) и II (плацебо) групп в течение обоих учебных семестров снижалась, то у их сверстниц III группы, принимавших биопрепарат «Селенес+», наоборот, повышалась. При этом в периоды и зимней, и летней экзаменационных сессий она значительно превосходила таковую у сверстниц контрольной и II групп (P<0,01–0,05).

Резюме. Научно обоснована целесообразность корригирования физиологического состояния студенток младших курсов применением биогенного соединения «Селенес+».

Экспериментально доказано, что студентки III группы («Селенес+») превосходили сверстниц I (контроль) и II (плацебо) групп 1–2 курсов по количеству эритроцитов, уровню гемоглобина в крови, активности антиоксидантной системы в кровяной сыворотке на 5,0–24,6 % и одновременно уступали по числу лейкоцитов и активности перекисного окисления липидов в сыворотке крови на 0,7–30,1 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров, А. Б.* Информационно-аналитическая система мониторинга здоровья, оценки адаптационного потенциала и риска развития артериальной гипертензии у студентов вуза : автореф. дис. … канд. мед. наук : 14.00.33 / А. Б. Александров. – Екатеринбург, 2008. – 22 с.

2. *Гмошинский, И. В.* Микроэлемент селен: роль в процессах жизнедеятельности / И. В. Гмошинский, Е. К. Мазо, В. А. Тутельян, С. Л. Хотимченко // Экология моря : сб. науч. тр. – 2005. – Вып. 54. – С. 5–19.

3. *Голубкина, Н. А.* Оценка селенового статуса организма при приеме селенопирана / Н. А. Голубкина, Я. А. Соколов, С. Л. Хотимченко, В. П. Тихонов, А. Ф. Цыб // Микроэлементы в медицине. – 2005. – № 6. – С. 33–36.

4. *Казин, Э. М.* Влияние психофизиологического потенциала на адаптацию к учебной деятельности / Э. М. Казин, В. И. Иванов, Н. А. Литвинова, М. Г. Березина, Е. С. Гольдшмидт, А. М. Прохорова // Физиология человека. – 2002. – № 3. – Т. 28. – С. 23–29.

5. *Статуева, Л. М.* Психофизиологическая адаптация старшеклассников и студентов к различным системам обучения : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / Л. М. Статуева. – Н. Новгород, 2008. – 22 с.

6. *Тутельян, В. А.* Селен в организме человека / В. А. Тутельян, В. А. Княжев, С. Л. Хотимченко и соавт. – М. : Изд-во РАМН, 2002. – 224 с.

УДК 612.821.8

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ БИНОКУЛЯРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ У ШКОЛЬНИКОВ

RESEARCH OF BINOCULAR INTEGRATION SPEED OF SCHOOLCHILDREN

Н. Н. Васильева

N. N. Vasilyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Проведено исследование способности зрительной системы формировать единый образ объекта, комбинируя фрагменты его проекций в правом и левом глазу у детей 7–15 лет. Показано, что на протяжении рассматриваемого возрастного периода происходит закономерное повышение скорости бинокулярной интеграции. Вероятность правильного ответа во всех возрастных группах находится в зависимости от времени экспозиции тестовых стимулов. Установлено, что созревание зрительных интегративных процессов зависит от пола. Начиная с 9–10 лет показатели мальчиков превосходят таковые девочек во всем диапазоне измерений.

Abstract. The ability of visual system to form the single image of the object combining the fragments of its projections in the right and left eye in the children of 7–15 years old has been researched. It is proved that within this period there is natural increase of the binocular integration speed. The correct answer probability in all age groups depends on the time of test exposition. It is defined that development of the visual integration process depends on the sex. From the age of 9–10 the boys' indicators are higher than the girls' ones within the whole measures range.

Ключевые слова: *бинокулярное зрение детей, бинокулярная интеграция, возрастная динамика.*

Keywords: *binocular children eyesight, binocular integration, age-related dynamics.*

Актуальность исследуемой проблемы. Бинокулярная интеграция является одним из основных показателей функционирования бинокулярной зрительной системы человека [7]. Способность формировать полноценный образ объекта на основе двух неполных изображений в правом и левом глазу составляет одно из преимуществ бинокулярного зрения перед монокулярным. Каждое сетчаточное изображение, как правило, имеет локальные изъяны, связанные с существованием слепого пятна и ангиоскотом, окклюзией, влиянием рассеянного света, наличием бликов на гладких поверхностях. Человек редко замечает эти изъяны даже в условиях монокулярного зрения, так как благодаря движениям глаз и головы проекция каждого объекта на сетчатке все время смещается, а угол наблюдения меняется. Совместная обработка двух сетчаточных изображений в бинокулярных условиях зрения и суммирование позволяют в значительной мере компенсировать «дефектность» правого и левого изображений и формировать целостный образ объекта. Однако для того, чтобы механизмы объединения изображений, формируемых на сетчатках обоих глаз, успешно работали, необходимо определенное время.

В настоящее время в физиологии зрения механизмы бинокулярной суммации и интеграции изучены недостаточно, в то же время исследование скорости бинокулярной интеграции у детей разного возраста важно не только для понимания закономерностей онтогенетического созревания зрительных механизмов, но и для разработки дифференцированного подхода к обучению и воспитанию детей, так как зрительному восприятию, включающему операции опознания объектов и их пространственных соотношений, принадлежит важная роль в формировании интеллектуальной сферы и в обучении. Кроме того, в связи с бурным развитием в последние годы стереоскопического кино специалистам в этой области необходимы сведения об особенностях бинокулярного зрения детей разного возраста для их учета при создании и демонстрации стереофильмов, ориентированных на детскую аудиторию. В этой связи сведения о скорости зрительных интегративных процессов у детей будут полезны при определении оптимальной скорости изменения и движения изображений на киноэкране.

В ранее проведенном исследовании дошкольников и младших школьников мы показали, что у детей при переходе из первого класса в третий происходит постепенное ускорение совместной обработки информации, поступающей от двух глаз [6]. Не исключено, что зарегистрированные в начальных классах школы положительные изменения продолжаются и в следующих классах.

Цель настоящей работы состояла в изучении возрастной динамики зрительных интегративных процессов у школьников и особенностей их функционирования у детей разного пола.

Материал и методика исследований. Работа проводилась на базе школ №№ 27 и 59 г. Чебоксары. В исследовании принимали участие 180 детей 7–15 лет (1–8 класс), обучающиеся по традиционной программе массовой школы, не имеющие выраженных нарушений в развитии и состоянии здоровья. Исследование проводилось в первой половине дня индивидуально с каждым ребенком.

Для изучения способности формировать целостный образ, объединяя фрагменты правого и левого изображений, была использована интерактивная компьютерная программа, разработанная в Институте проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН. Для обеспечения единообразия в тестировании испытуемых программа была установлена на ноутбуке ASUS A6R. В качестве тестовых объектов использовали схематические изображения букв, которые случайным образом разбивались на две части и предъявлялись правому и левому глазу на определенное время (рис. 1, *а–б*). Линейные размеры прямоугольной области, в которую вписывались тестовые символы, на экране составляли 24x37,5 мм; толщина линий равнялась 5 мм. Угловые размеры тестовых знаков были близкими к 2,75x4,3°. Измерения проводили на расстоянии 50 см от экрана монитора в условиях дихоптического восприятия. Для сепарации правого и левого изображений использовали цветовой анаглифический метод. Один фрагмент буквы был красным, а второй – синим. Тестирование проходило в красно-синих очках. Время экспозиции варьировали в диапазоне от 50 до 800 мс. В каждой серии эксперимента испытуемому последовательно предъявлялось 10 тестовых символов (букв). После каждого предъявления буквы на экран выводилась маскирующая решетка, перекрывающая все тестовое поле и содержащая все элементы, из которых были составлены символы. Затем на экране возникал образец со всеми тестовыми знаками, из которых надо было выбрать только что увиденную букву (рис. 1, *в*).

а

б

в

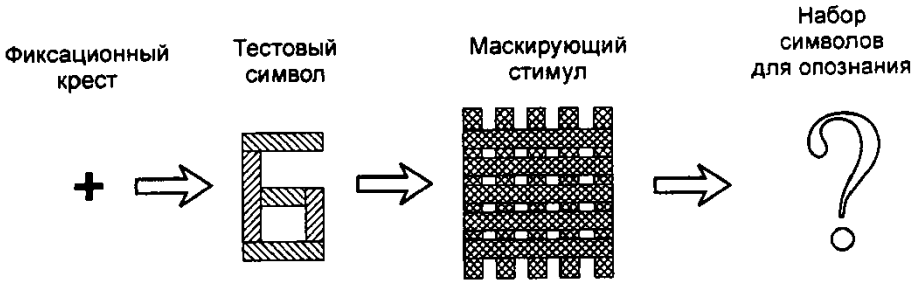


Рис. 1. ***Примеры тестовых объектов и схема процедуры эксперимента: а – образцы букв; б – два варианта комбинации буквы из левого и правого фрагментов; в – последовательность изображений, предъявляемых в ходе тестирования***

В каждой серии фиксировали вероятность правильного ответа (отношение количества правильно названных букв к общему числу предъявленных тестовых символов). Об интегративных способностях судили по минимальному времени предъявления фрагментов букв, обеспечивающему 100 % или 75 % правильных ответов.

Статистическая обработка данных проводилась с применением программного пакета «Statistica» [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследования показывают, что в период от 7 до 15 лет происходит неуклонное повышение скорости бинокулярной интеграции. Средние значения и стандартные отклонения вероятности правильного ответа в зависимости от времени экспозиции тестовых объектов в каждой из выделенных групп испытуемых представлены в табл. 1. Попарное сравнение анализируемых показателей выявило наличие значимых различий между группами при времени экспозиции в 50 мс и 100 мс ($p<0{,}01–0{,}001$) за исключением групп 7–8 и 9–10 лет (время экспозиции 50 мс) и 9–10 и 11–12 лет (время экспозиции 50–800 мс).

Таблица 1

Средние значения вероятности правильного ответа у испытуемых в зависимости от времени экспозиции тестового объекта

Возрастной период	Средний возраст	N	Время экспозиции тестовых объектов (мс)				
			50	100	200	400	800
7–8 лет	7,61±0,34	42	0,19±0,16	0,55±0,18	0,65±0,16	0,75±0,10	0,92±0,00
9–10 лет	9,63±0,43	60	0,28±0,21	0,68±0,20	0,84±0,17	0,96±0,08	1,0±0,00
11–12 лет	12,12±0,42	40	0,30±0,18	0,67±0,27	0,84±0,17	0,98±0,10	1,0±0,00
14–15 лет	14,64±0,33	38	0,64±0,27	0,89±0,13	0,96±0,06	1,0±0,00	1,0±0,00

Вероятность правильного ответа во всех возрастных группах находится в зависимости от времени экспозиции. Опираясь на средние данные, можно констатировать, что ускорение интегративных процессов происходит дважды: в младшем школьном (9–10 лет) и подростковом возрасте (14–15 лет). В рассматриваемый нами период онтогенеза довольно отчетливо намечаются возрастные границы увеличения вероятности правильных ответов в зависимости от времени экспозиции тестовых объектов. В 7–8 лет (1 класс) наиболее оптимальной является экспозиция в 400 мс и выше, в 9–10 лет (3 класс) большинство детей верно воспринимало кратковременное предъявление тестовых объектов при экспозиции в 200 мс (78 %), в 11–12 лет (6 класс) существенных изменений в скорости бинокулярной интеграции по сравнению с предыдущей возрастной группой не происходит. В 14–15 лет (8 класс) происходит резкий скачок в увеличении вероятности правильного ответа: 82 % испытуемых правильно восприняли все 10 тестовых объектов при экспозиции в 100 мс и 50 % – при 50 мс.

Повышение скорости опознавания с возрастом может быть связано с морфофункциональным созреванием проекционных и ассоциативных областей коры головного мозга, внутри- и межполушарных связей между ними. Применительно к рассматриваемому возрастному периоду в работе отмечается, что наиболее выраженные структурные преобразования в полях задней ассоциативной области коры, играющих существенную роль в восприятии и узнавании сложных зрительных образов, осуществляются к 9–10 и 15–16 годам [4]. Особенности функциональной организации мозга и недостаточная зрелость мозговых структур, обеспечивающих зрительно-пространственную деятельность детей младшего возраста (7–8 лет), отразились не только на количественном, но и на качественном выполнении задания. Так, многие испытуемые этого возраста допускали «зеркальные ошибки» либо воспринимали только фрагмент буквы, предъявляемый правому или левому глазу. В группах детей старшего возраста подобных ошибок не наблюдалось.

Как известно, зрительно-пространственные представления являются неотъемлемой составляющей общего развития ребенка и отправной точкой в овладении навыками письма и чтения, а уровень их развития имеет высокую прогностическую ценность в отношении школьных достижений. Учитывая важную роль зрительного восприятия в формировании интеллектуальной сферы и обучении, мы посчитали необходимым провести корреляционный анализ показателей скорости бинокулярной интеграции со скоростью чтения у детей на начальном этапе обучения в школе. Скорость чтения оценивали у учащихся второго класса (средний возраст 8,32±0,34) по стандартизированной методике СМИНЧ [2]. Корреляционный анализ с применением критерия Спирмена показал, что существует связь между скоростью бинокулярной интеграции и скоростью чтения у второклассников ($r=0,46$, $p<0,05$). Следовательно, показатели скорости бинокулярной инте-

грации можно учитывать при прогнозировании возможных трудностей формирования навыка чтения на начальных этапах обучения.

Анализ результатов исследования показал, что динамика и характер изменения скорости бинокулярной интеграции с возрастом неодинаковы у мальчиков и девочек (рис. 2).

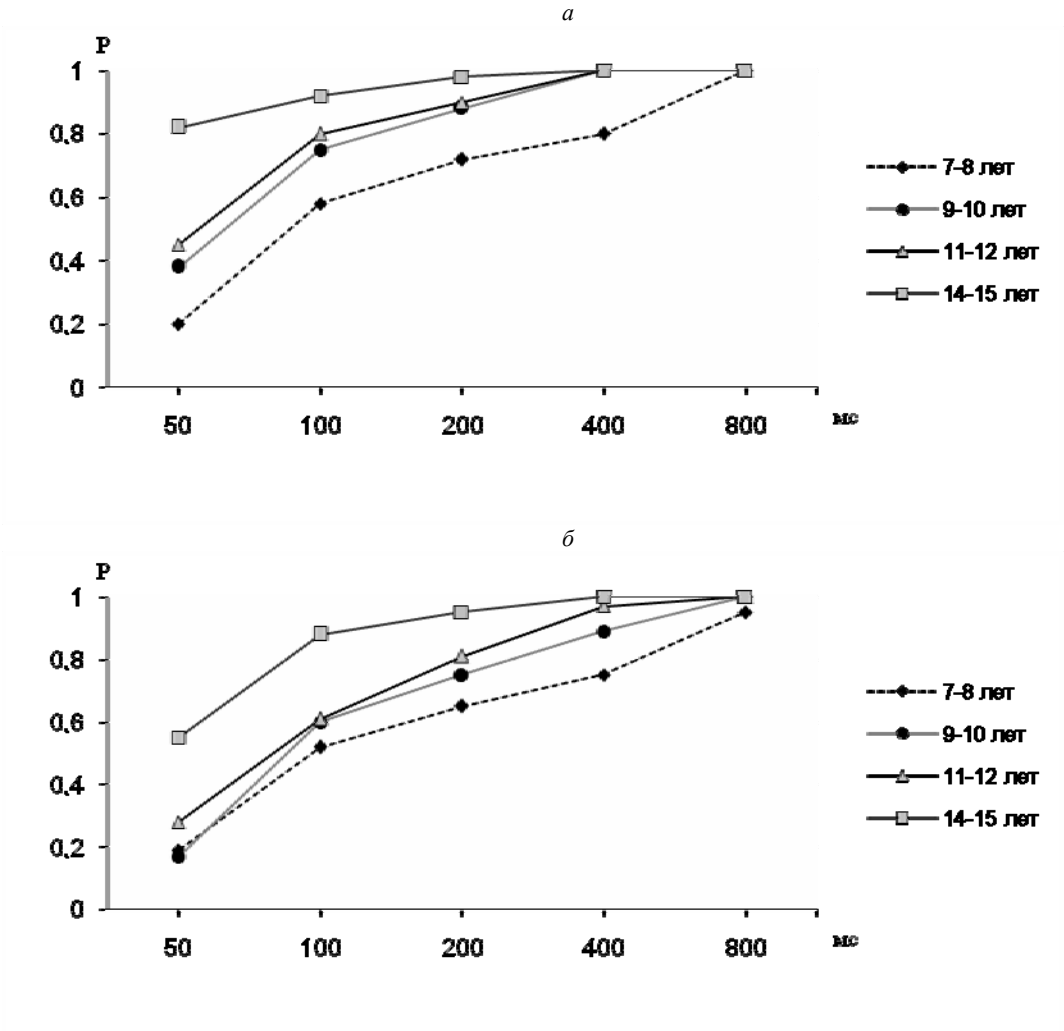


Рис. 2. ***Кривые зависимости средних значений вероятности правильного ответа от длительности экспозиции у мальчиков (а) и девочек (б). По оси абсцисс – время предъявления тестового объекта (мс); по оси ординат – вероятность правильного ответа***

В 7–8 лет (1 класс) еще отсутствуют статистически значимые различия между мальчиками и девочками. С 9–10 лет показатели мальчиков начинают превышать показатели девочек. Наиболее выраженные половые различия в скорости бинокулярной интеграции отмечены в 9–10 лет: при экспозиции в 50 мс у мальчиков она была в 2,5 раза выше, чем у девочек, а при экспозиции в 100 мс – в 1,2 раза. У мальчиков периоды существенного увеличения вероятности правильных ответов от времени экспозиции тестовых объектов наблюдаются при переходе от 7–8 к 9–10 годам и от 11–12 к 14–15 годам. У де-

вочек значительный прирост скорости бинокулярной интеграции происходит при переходе от 11–12 к 14–15 годам, при этом при экспозиции в 50 мс она увеличивается в 2 раза, а при экспозиции в 100 мс – в 1,5 раза.

Полученные в нашей работе данные в некоторой степени согласуются с результатами исследований остроты зрения у мальчиков и девочек на протяжении обучения в средней школе [1] и изучения влияния возраста и пола на зрительно-пространственные оценки с помощью иллюзии Поггендорфа [3], [8].

Резюме. Проведенное исследование показало, что по мере увеличения возраста испытуемых от 7 до 15 лет происходит закономерное повышение скорости бинокулярной интеграции, что отражает морфофункциональное созревание проекционных и ассоциативных областей коры головного мозга, внутри- и межполушарных связей между ними. Динамика и характер повышения скорости бинокулярной интеграции зависят от пола. Начиная с 9–10 лет показатели мальчиков превосходят показатели девочек во всем диапазоне измерений. У мальчиков периоды увеличения вероятности правильных ответов от времени экспозиции тестовых объектов наблюдаются при переходе от 7–8 к 9–10 годам и от 11–12 к 14–15 годам. У девочек значительный прирост скорости бинокулярной интеграции происходит при переходе от 11–12 к 14–15 годам. Различный темп становления в онтогенезе способности зрительной системы формировать единый образ объекта, комбинируя фрагменты его проекций в правом и левом глазу, отражает особенности гетерохронного созревания структур, обеспечивающих бинокулярное зрение.

Наличие у младших школьников положительной корреляционной связи между скоростью бинокулярной интеграции и скоростью чтения указывает на необходимость учета этого показателя при прогнозировании возможных трудностей формирования навыка чтения на начальном этапе обучения.

Данные о зрительных интегративных способностях детей разного возраста должны быть приняты во внимание специалистами в области стереоскопического кинематографа при определении ограничений по скорости изменения изображений на киноэкране. Скорости изменения и движения бинокулярных объектов не должны выходить за пределы, определяемые временем бинокулярной интеграции, которая у детей младшего возраста осуществляется значительно медленнее, чем у подростков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жукова, Е. А.* Две тенденции в возрастной динамике остроты зрения мальчиков и девочек на протяжении обучения в средней школе / Е. А. Жукова, В. И. Циркин // Сенсорные системы. – 2008. – Т. 22. – № 3. – С. 241–247.

2. *Корнев, А. Н.* Нарушения чтения и письма у детей : учеб.-метод. пособие / А. Н. Корнев. – СПб. : ИД «МиМ», 1997. – 286 с.

3. *Медведев, Л. Н.* Влияние возраста на проявление зрительной иллюзии Поггендорфа / Л. Н. Медведев, И. И. Шошина // Сенсорные системы. – 2004. – Т. 18. – № 4. – С. 326–330.

4. *Развитие* мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / под ред. Д. А. Фарбер, М. М. Безруких. – М. : Изд-во МПСИ, 2009. – 432 с.

5. *Реброва, О. Ю.* Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2002. – 312 с.

6. *Рожкова, Г. И.* Бинокулярная интеграция у детей дошкольного и младшего школьного возраста / Г. И. Рожкова, Н. Н. Васильева, В. С. Токарева // Сенсорные системы. – 2002. – Т. 16. – № 3. – С. 221–229.

7. *Рожкова, Г. И.* Зрение детей: проблемы оценки и функциональной коррекции / Г. И. Рожкова, С. Г. Матвеев. – М. : Наука, 2007. – 315 с.

8. *Шошина, И. И.* Возрастные особенности влияния пола и зрительной асимметрии на восприятие фигуры Поггендорфа / И. И. Шошина, Л. Н. Медведев // Сенсорные системы. – 2005. – Т. 19. – № 1. – С. 37–43.

УДК 378.17

ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ И УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ КОМПОНЕНТАМИ ЦЕЛОСТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА*

HEALTH SAVINGS AND STUDENTS' SATISFACTION COMPONENTS OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY

Д. А. Димитриев, Л. А. Александрова, Е. В. Саперова, Н. В. Хураськина

D. A. Dimitriev, L. A. Alexandrova, E. V. Saperova, N. V. Khuraskina

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

Аннотация. В статье представлены результаты, полученные методом опроса студентов об индивидуальной оценке компонентов целостной образовательной среды. Обнаружены различия в уровнях оценки компонентов образовательной среды между группами студентов в зависимости от специальности и курса обучения.

Abstract. The article presents the results obtained by questioning students about their individual assessment of components of a holistic educational environment. Differences in the levels of assessments of components of educational environment between student groups depending on the degree course and year of studies have been established.

Ключевые слова: *целостная образовательная среда, вуз, компоненты образовательной среды, анкетирование, удовлетворенность студентов, здоровьесбережение.*

Keywords: *holistic educational environment, university, components of the educational environment, questioning, student's satisfaction, health savings.*

Актуальность исследуемой проблемы. Понятие «целостная образовательная среда» включает в себя все аспекты обучения и воспитания студентов и занимает одно из важнейших мест в теории и методике высшего профессионального образования [2], [3], [6]. Оптимальная образовательная среда обеспечивает комфортные условия жизнедеятельности студента и создает возможности управлять академическими и неакадемическими факторами, которые влияют на процесс обучения и функциональное состояние и здоровье обучающихся [1], [4], [10], [12]. Организация адекватных потребностям и возможностям обучающихся средовых условий, адаптированных как к окружающему социокультурному пространству, так и психофизиологическим особенностям каждого субъекта, является актуальной задачей здоровьесберегающего образования [5], [7], [8], [9].

Степень удовлетворенности компонентами среды формирует определенное эмоциональное и психофизиологическое состояние студента. Низкий уровень удовлетворенности является источником отрицательных эмоций, стресса, оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья студенческой молодежи [6], [8], [11].

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант № 2.2.3.3/2028).

В связи с этим целью данного исследования явилось изучение удовлетворенности студентов компонентами целостной образовательной среды, значимыми для адаптации и сохранения здоровья.

Материал и методика исследований. В рамках мероприятий по изучению оптимальной обучающей среды нами было проведено исследование индивидуальной оценки студентами качества образования, материального оснащения учебного процесса, бытовых условий и т. д. [5], [7], [8]. Оценка проводилась с использованием анкеты, содержащей 39 вопросов, касающихся различных сторон пребывания и функционирования студента в стенах вуза. С целью получения более точных результатов опроса ответы были представлены в виде стандартной гедонической шкалы. Согласно этой шкале оценка варьировала в переделах от 1 балла (резко отрицательная) до 5 балла (выраженная положительная). Анкетирование было анонимное. Всего был опрошен 141 студент первого (26,24 %), второго (21,28 %), третьего (21,28 %) и четвертого (31,21 %) курсов ЧГПУ им. И. Я. Яковлева по специальностям: биология и фитодизайн, управление персоналом, домоведение, социальная психология, химическая экспертиза продуктов питания, специальная педагогика и психология, физическая культура и спорт. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ профессиональной статистики «Statistica 7.0 for Windows».

Результаты исследований и их обсуждение. Важнейшей составляющей мотивации к учебе является мнение студента о выбранной специальности. На вопрос: «Насколько Вы удовлетворены выбранной профессией?» лишь 2,13 % студентов дали резко отрицательную оценку своей будущей профессии, 6,38 % – склонны к отрицательной оценке. Не имеют определенного мнения о выбранной профессии 24,82 % опрошенных. Положительную оценку выбранной профессии дали 53,19 % респондентов. Доля тех, кто считает свою профессию чрезвычайно перспективной, составляет 13,47 %. Анализ полученных данных о выбранной специальности показал, что удовлетворенность ею статистически значимо меняется в зависимости от специальности и курса обучения (соответственно хиквадрат=69,31 и 51,29; P<0,0001). Больше всего студентов, давших наивысшую оценку своей выбранной профессии, было среди обучающихся по специальности «Специальная педагогика и психология» (33,33 % от числа опрошенных студентов в группе). В целом, имеется некоторый тренд к снижению числа студентов, дающих наивысшую оценку выбранной специальности (с 24,32 % на первом курсе до 15,91 % на четвертом курсе).

В современном мире вопрос статуса и престижности выходит на первый план. Нами был задан вопрос: «На сколько Вы удовлетворены статусом студента ЧГПУ?». Картина, в целом, повторяет ту, которая сложилась по результатам анализа ответов на первый вопрос. Большинство студентов (49,65 %) оценивают свой статус умеренно положительно, 28,37 % – очень высоко. Только 2,84 % опрошенных относятся к своему статусу отрицательно. Также существенно различались оценки статуса по специальностям (хиквадрат=39,16; P<0,0027I). Интересно отметить, что ощущение престижности значительно падает по мере продвижения к концу обучения в вузе: с 4,38 балла на первом курсе до 3,91 балла на четвертом (F=9,12; P=0,003). Сравнительный анализ показал, что уровень удовлетворенности статусом студента данного вуза выше, чем оценка будущей специальности: 4,035 и 3,70 балла соответственно (t=4,79; P=0,000004).

Удовлетворенность студента обучающей средой складывается из множества факторов, связанных с организацией учебного процесса. Судя по среднему значению (3,28 балла) и по границам 95 %-го доверительного интервала (ДИ) (3,12–3,45 балла) эмоциональная оценка студентами своего отношения с учебной частью нейтральная. Чрезвычайно

велико различие между группами студентов, обучающихся по разным специальностям (хи-квадрат=62,82; P=0,00003) и по году обучения в вузе (хи-квадрат=41,38; P=0,00004). Имеет место выраженная тенденция к уменьшению разброса оценок, по мере продвижения от курса к курсу.

С целью более углубленного анализа оценки студентами организации учебной работы нами был проведен опрос, в ходе которого студенты оценивали качество организации практики, отработок, зачетов, консультаций и экзаменов.

В связи с тем, что по учебному плану практики проводятся только с 3-го курса, то мы ограничились анализом ответов студентов третьего и четвертого годов обучения. Большая часть студентов оценили качество организации практик нейтрально (41,89 %). Качество организации и проведения отработок пропущенных занятий получило гораздо более высокую оценку – 3,38 балла (ДИ: 3,24–3,51 балла).

Зачеты являются важнейшей частью образовательного процесса. Среднее значение оценок студентами организации и проведения зачетов составило 3,71 балла. Лишь 3,55 % дали отрицательную оценку организации зачетов. 32,62 % студентов относятся к зачетам нейтрально, 63,83 % – положительно. Различия между группами были не столь выражены (хи-квадрат=37,2; P=0,05). Несколько выше они были в зависимости от курса (хи-квадрат=22,08; P=0,0366).

Среднее значение оценки организации и проведения консультаций – 3,63 балла (ДИ: 3,49–3,78 балла). В целом, большинство оценок были положительными (62,41 %). Различие между группами было достоверным (F=3,47; P=0,003). Имеется статистически достоверная обратная корреляция между курсом и уровнем оценки (r=-0,28; P<0,05).

Средний уровень оценки студентами организации и проведения экзаменов достаточно высок (ДИ: 3,7–3,95 балла). При этом практически отсутствуют отрицательные оценки (2,83 %), а преобладают положительные (4 балла – 56,03 %, 5 балла – 15,60 %).

Отношение между студентами и финансовым управлением университета большинством студентов оценивается нейтрально (46,81 %).

Отношение студентов к работе библиотеки: нейтральное (31,21 %), умеренно положительное (34,04 %). Работа библиотеки чрезвычайно нравится 5,67 % опрошенных. Резко негативную оценку деятельности библиотеки дали 9,21 % студентов. Среднее значение составило 3,071±0,09 балла. Оценка по группам существенно различалась (F=9,378; P<0,05). При этом наибольшую оценку дали студенты, обучающиеся по специальностям «Социальная психология» (4,00±0,183 балла) и «Домоведение» (3,8±0,136 балла).

Важнейшим элементом, определяющим отношение студентов к библиотеке, является обеспеченность учебной и методической литературой. Среднее значение оценки, данной студентами этому показателю, составило 2,83±0,10 балла. Явное недовольство степенью обеспеченности учебниками и учебно-методическими пособиями высказали 39,72 % студентов. Считают обеспеченность литературой удовлетворительной 28,37 % респондентов, хорошей – 23,40 %, отличной – 8,5 %. В то же время, оценка уровня обеспеченности учебной литературой была крайне неравномерно распределена по отдельным факультетам (хи-квадрат=76,51; P=0,0001). Почти половина студентов (47,62 %), обучающихся по специальности «Специальная психология», высказали крайнее недовольство уровнем обеспеченности литературой, еще 38,1 % дали оценку обеспеченности, соответствующую 2 баллам. Наибольшее удовлетворение высказали студенты факультета физической культуры и спорта: 71,42 % из них дали положительную и очень положительную оценку. Довольных библиотечными фондами студентов больше всего на первом курсе (32,43 %). Самое большое число недовольных учатся на третьем курсе (60 %).

Как известно, значительную роль в формировании оптимальной учебной среды играет личность декана факультета и его взаимоотношения со студентами. Средняя величина оценки студентами своих отношений с деканом составила 3,65 балла (ДИ: 3,47–3,83 балла). Так, 26,95 % оценили свои отношения с деканом как нейтральные, 37,59 % студентов считают, что эти отношения хорошие, а 22,69 % – отличные. Однако оценка студентами своего отношения с деканом крайне неравномерная и сильно зависит от факультета (F=9,93; P=0,0001). Лучше всего строятся отношения между студентами и деканом на факультете дошкольной педагогики и психологии (специальность «Домоведение» – 4,25 балла; специальность «Специальная психология» – 4,14 балла), а также на факультете физической культуры и спорта (4,14 балла).

Не может не радовать тот факт, что отношения между студентами и преподавателями оцениваются первыми довольно высоко (ДИ: 3,81–4,06 балла). Большинство студентов оценили данный параметр обучающей среды как умеренно хороший (60,99 %) и очень хороший (19,15 %). Различия между группами не носят столь выраженного характера (хи-квадрат=38,32; P=0,032). Анализ распределения оценок по курсам показал, что больше всего недовольных своими отношениями с преподавателями на третьем курсе (10,0 %).

Рассмотрим уровень удовлетворенности студентов чтением лекций. Среднее значение оценки ниже, чем среднее значение оценки отношений с преподавателем (3,57 балла; t=4,97; P=0,000002). По мере взросления студентов их оценка качества лекций достоверно снижается (r =-0,3797; P<0,05). Среднее значение оценки на первом курсе составило 4,05±0,10 балла, а на четвертом курсе – 3,27±0,14 балла.

Оценка качества проведения практических и лабораторных занятий составила 3,62±0,07 балла и 3,43±0,08 балла соответственно. Между показателями оценки качества лекционных и практических занятий существует высокая степень корреляции (r=0,59; P<0,05). По мере взросления студентов оценка качества лабораторно-практических занятий падает с 4,03±0,09 балла до 3,52±0,11 балла.

Известно, что социальное пространство в аудитории способствует снижению риска негативной эмоциональной оценки индивидуальной когнитивной модели [12]. Опрос студентов об удовлетворенности состоянием аудиторного фонда для занятий показал, что 37,59 % опрошенных студентов оценивают состояние аудиторного фонда как умеренно положительное, 31,92 % относятся к таковому нейтрально, 7,09 % опрошенных студентов оценивают очень высоко. Среднее значение ответов по данному вопросу составило 3,21±0,088 балла (ДИ: 3,03–3,38). Анализ полученных данных в зависимости от выбранной специальности показал, что удовлетворенность студентов состоянием аудиторного фонда от факультета к факультету меняется достоверно (хи-квадрат=71,89; P<0,000001). Больше всего студентов, давших положительную оценку состояния аудиторного фонда, было среди обучающихся по специальности «Физическая культура и спорт» (71,12 % от числа студентов в данной группе). Оценка состояния аудиторного фонда в зависимости от курса также значительно варьировалась (хи-квадрат=39,28; P=0,00009). Выяснено, что доля студентов, дающих положительную оценку качества аудиторий, на первом курсе составляет 64,86 %, тогда как на третьем курсе – 36,67 %.

В настоящее время успешность обучения во многом определяется уровнем доступности современных информационных технологий. В связи с этим нами задан вопрос об удовлетворенности доступностью современных информационных технологий в ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. Среднее значение ответов по данному вопросу составило 3,07±0,095 балла. Одна треть студентов (33,33 %) оценила доступность современных информацион-

ных технологий на 3 балла; 28,37 % студентов – на 4 балла; 9,22 % – на 5 балла. Значительное количество опрошенных студентов (29,07 %) относятся к уровню доступности компьютерных технологий и интернета отрицательно. Обнаружены статистически достоверные различия в ответах на данный вопрос в зависимости от специальности (хи-квадрат=44,30; P=0,016). Следует отметить значительное влияние года обучения в вузе на удовлетворенность доступностью современных информационных технологий (хи-квадрат=30,86; P=0,002). Так, на первом курсе доля студентов, положительно оценивающих уровень доступности компьютерных технологий и интернета, составила 56,14 %, а на третьем курсе – 20,00 %.

Удовлетворенность студента обучающей средой вуза во многом зависит от результатов обучения. В связи с этим, нами проанализированы ответы студентов об удовлетворенности результатами экзаменов, зачетов и полученными оценками. Среднее значение ответов по данному вопросу составило 3,72±0,078 балла (ДИ: 3,57–3,88 балла), что позволяет говорить о преобладании умеренно положительной оценки удовлетворенности результатами обучения. Более подробный анализ распределения показал, что большинство студентов оценили данную составляющую на 4 балла (46,81 %). Достаточно велико различие по данному вопросу между группами студентов, обучающихся по разным специальностям (хи-квадрат=44,99; P=0,006). Следует отметить влияние года обучения в вузе на удовлетворенность студентов результатами экзаменов и зачетов (хи-квадрат=24,22; P=0,019). Так, на первом курсе доля студентов с положительной оценкой удовлетворенности результатами обучения составила 81,08 %, на третьем курсе – 49,99 %.

Анализ степени удовлетворенности студентов результатами профессиональной подготовки показал, что большинство студентов оценивают результаты усвоения профессиональных знаний и практических умений и навыков положительно (51,06 %) и нейтрально (26,24 %). Среднее значение оценки составило 3,51±0,076 балла. Различия по данному показателю между группами студентов, обучающихся по разным специальностям, и на разных курсах были выраженными (хи-квадрат=82,87 и 53,64; P<0,000001).

Изучение удовлетворенности студентов работой органов студенческого самоуправления показало, что большинство опрошенных студентов оценивает ее работу умеренно положительно (42,55 %) или нейтрально (31,92 %). Среднее значение оценки, данной студентами этому показателю, составило 3,67±0,074 балла (ДИ: 3,53–3,82). Следует отметить наличие достоверных различий удовлетворенности студентов разных специальностей работой органов студенческого самоуправления (хи-квадрат=44,18; P=0,007).

Большое значение в процессе учебно-воспитательной работы студентов ЧГПУ им. И. Я. Яковлева отводится внеучебной культурной и спортивной деятельности. В связи с этим нами был проведен опрос студентов разных факультетов об удовлетворенности состоянием и количеством спортивных и тренажерных залов, актового зала, репетиционных помещений, помещений для клубов, студий и кружков. Проведенный опрос показал, что многие студенты (30,50 %) оценивают состояние аудиторного фонда для внеучебной деятельности как умеренно положительное, 27,66 % опрошенных студентов относятся к таковым нейтрально, 8,51 % очень высоко оценивает количество и качество аудиторий. В то же время 33,32 % респондентов дают данному компоненту образовательной среды отрицательную оценку. Анализ полученных данных в зависимости от выбранной специальности показал, что удовлетворенность студентов состоянием аудиторного фонда от факультета к факультету и от курса к курсу достоверно не меняется (P>0,1).

Анализ ответов студентов об удовлетворенности организацией спортивно-оздоровительной работы, пропаганды и внедрения физической культуры и здорового образа жизни в вузе показал, что почти половина опрошенных студентов (58,8 %) оценивает данную работу положительно, 32,62 % – нейтрально, 8,51 % – негативно. Среднее значение ответов по данному вопросу составило 3,60±0,073 балла (ДИ: 3,46–3,75 балла). На первом курсе доля студентов с положительной оценкой оздоровительной работы, проводимой в вузе, составила 78,37 %, на четвертом курсе – 36,36 %.

Изучение степени удовлетворенности студентов уровнем организации социально-психологической помощи в вузе позволило обнаружить, что многие студенты (35,46 %) оценили данную составляющую целостной образовательной среды вуза на 4 балла. Значительная доля студентов (31,21 %) относится к системе организации мероприятий по адаптации первокурсников, проблемам молодой семьи и назначению социальной стипендии нейтрально, 9,22 % – оценивают на отлично.

Важным компонентом формирования здорового образа жизни студентов является грамотная организация профилактики правонарушений, алкоголизма, наркомании и ВИЧ-инфекций. Проведенное исследование позволило обнаружить, что удовлетворенность студентов организацией данной работой средней степени (3,31±0,080 балла; ДИ: 3,15–3,47 балла). Большинство студентов нейтрально оценили данный параметр целостной обучающей среды (39,01 %); 35,46 % из числа опрошенных студентов оценили его как умеренно хороший. Максимально высокие баллы были характерны для 8,51 % ответов респондентов. Различия между группами студентов, обучающихся на разных специальностях, являются достоверными (хи-квадрат=84,14; P<0,000001). Анализ распределения оценок по курсам также показал наличие достоверных различий (хи-квадрат=68,71; P<0,000001).

Опрос студентов об удовлетворенности качеством медицинского обслуживания показал, что треть опрошенных студентов оценивает его нейтрально (33,33 %), 23,40 % недовольны качеством медицинского обслуживания, 19,15 % дают ему резко отрицательную оценку. Среднее значение оценки по данному показателю составило 2,66±0,094 балла (ДИ: 2,47–2,85). Следует отметить наличие достоверных различий удовлетворенности студентов разных специальностей качеством медицинского обслуживания (хи-квадрат=37,08; P=0,043).

Полноценное питание является неотъемлемым компонентом, обеспечивающим адекватное функционирование физиологических систем организма студентов. В связи с этим нами проведен опрос об удовлетворенности студентов организацией питания в университете. Анализ полученных данных позволил обнаружить, что многие студенты оценивают стоимость, ассортимент, качество приготовления блюд и быстроту обслуживания как удовлетворительное (31,92 %). Следует отметить, что больше половины опрошенных студентов (51,06 %) недовольны организацией питания. Лишь 17,01 % оценивают организацию питания в вузе положительно.

Анализ ответов студентов об удовлетворенности санитарно-гигиеническим состоянием пунктов общественного питания в вузе показал, что 39,01 % студентов оценивают его нейтрально, 28,37 % – умеренно хорошо, 14,18 % опрошенных студентов относятся негативно, 11,35 % – крайне негативно и лишь у 7,09 % студентов нет претензий к санитарно-гигиеническому состоянию пунктов общественного питания в вузе. Среднее значение ответов по данному вопросу составило 3,06±0,091 балла (ДИ: 2,88–3,24 балла).

Система стимулирования студентов за участие в научной, творческой, спортивной деятельности играет важную роль в формировании мотивации к обучению в вузе. Анализ ответов студентов об удовлетворенности системой поощрения грамотами, премиями, именными стипендиями и званиями показал, что многие студенты (39,01 %) оценили данную составляющую целостной образовательной среды вуза на 4 балла. Значительная доля студентов относится к системе стимулирования нейтрально (26,24 %); 12,06 % – оценивают на отлично. Были обнаружены статистически достоверные различия в ответах на данный вопрос в зависимости от специальностей (хи-квадрат=41,09; P=0,016). Большая доля положительных оценок была характерна для студентов, обучающихся по специальности «Специальная педагогика и психология» (75 % от числа студентов в данной группе).

Большое значение в процессе обучения в вузе отводится организации научно-исследовательской работы студентов. Исходя из этого, нами был проведен опрос об удовлетворенности студентов функционированием студенческого научного общества, уровнем организации олимпиад и конкурсов. Обнаружено, что удовлетворенность студентов организацией научно-исследовательской работы довольно высокая (3,48±0,066 балла; ДИ: 3,35–3,61 балла). Большинство студентов оценили данный параметр как умеренно хороший (43,97 %). Доля студентов, оценивших организацию научно-исследовательской работы в вузе удовлетворительно, составляет 39,72 %. Максимально высокую оценку дали 17,02 % студентов.

Изучение ответов студентов об удовлетворенности традициями вуза, музеями, проведением праздничных мероприятий, газетой «Педвузовец» показало доминирование умеренно положительных (51,06 %) и нейтральных оценок (26,95 %). Среднее значение оценки, данной студентами этому показателю, составило 3,72±0,071 балла. Различие между курсами в ответах на данный вопрос были также достоверными (хи-квадрат=28,11; P=0,005). На втором курсе доля студентов с положительной оценкой удовлетворенности традициями вуза составила 79,99 %, а на четвертом курсе доля таких студентов составила 49,99 %.

Важным условием успешного обучения в вузе является наличие комфортных условий проживания студентов. Выяснено, что 45,39 % из числа опрошенных студентов проживают в общежитии. Исследование степени удовлетворенности условиями проживания в общежитии показало, что многие студенты (26,56 %) оценили условия проживания в общежитии как умеренно хорошие и удовлетворительные (26,56 %). Были обнаружены статистически достоверные различия в ответах на данный вопрос в зависимости от специальностей (хи-квадрат=54,61; P=0,0004). Различие между курсами также было достаточно выраженным (хи-квадрат=35,74; P=0,0004).

Резюме. Результаты нашего исследования показали, что студенты ЧГПУ им. И. Я. Яковлева имеют достаточно высокую степень удовлетворенности взаимоотношениями между студентами, студентами и преподавателями, а также студентами и деканом. Но степень удовлетворенности студентов организацией питания, качеством медицинского обслуживания, доступностью учебной и методической литературы оказалась на самом низком уровне. Нами было отмечено наличие выраженных различий в уровнях оценок между группами студентов в зависимости от специальностей и от продолжительности обучения в вузе. Полученные данные свидетельствуют о необходимости всестороннего учета оценки студентами компонентов образовательной среды. Они могут быть использованы для оптимизации целостной образовательной среды при разработке и проведении мероприятий, направленных на сохранение здоровья и нормализацию функционального состояния организма студента.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александрова, Л. А.* Изучение физического развития и функционального состояния организма студентов с разным уровнем здоровья / Л. А. Александрова, И. А. Любимов, Н. В. Хураськина // Тезисы докладов VIII Молодежной научной конференции Института физиологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2009. – С. 5–8.

2. *Александрова, Л. А.* Некоторые проблемы инновационного образования / Л. А. Александрова, Н. В. Хураськина, В. А. Мурзакаев // Актуальные вопросы современной науки. – М. : Изд-во «Спутник+», 2010. – С. 57–58.

3. *Александрова, Л. А.* Особенности адаптации студентов педвуза к учебной среде: методология исследования, результаты, перспективы / Л. А. Александрова, Д. А. Димитриев, Н. В. Хураськина // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2009. – № 1 (61). – С. 60–63.

4. *Андреев, В. И.* Педагогика : учебный курс для саморазвития / В. И. Андреев. – Казань : Центр инновационных технологий, 2003. – 608 с.

5. *Бухмин, В. С.* Анкетирование как средство оценки организации и содержания учебного процесса / В. С. Бухмин, Д. Н. Мингазова, Л. А. Габдрахманова, Е. А. Соколова, Н. С. Фатхуллова // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2009. – Т. 1. – № 1. – С. 151–156.

6. *Васильева, Е. Ю.* Компонентный механизм проектирования образовательной среды вуза / Е. Ю. Васильева // Экология человека. – 2009. – № 9. – С. 24–31.

7. *Либин, А. В.* Дифференциальная психология: на пересечении европейских, российских и американских традиций : учебное пособие / А. В. Либин. – М. : Эксмо, 2006. – 544 с.

8. *Мовчан, Н. И.* Качество образовательного процесса в КГТУ с позиции удовлетворенности студентов / Н. И. Мовчан, Д. И. Мингазова, Р. Г. Романова, В. Ф. Сопин // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. – № 3. – С. 309–321.

9. *Сова, Ю. И.* Выявление пережитых студентом субъективно-значимых ситуаций / Ю. И. Сова, Е. А. Уваров // Вестник Тамбовского университета. – 2008. – № 5. – С. 336–341.

10. *Тарануха, С. Н.* Инструменты повышения качества образования в вузе / С. Н. Тарануха, И. Ф. Питурина // Высшее образование России. – 2009. – № 11. – С. 120–125.

11. *Finkelstein, C.* Anxiety and stress reduction in medical education: an intervention / C. Finkelstein, A. Brownstein, C. Scott, Y. Lan // Medical Education. – 2007. – V. 41. – № 3. – P. 258–264.

12. *Michael, J. A.* Active learning in secondary and college science classrooms / J. A. Michael, H. I. Modell. – Minnesota : University of Minnesota, 2003. – 157 p.

УДК 612.821

ВЛИЯНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ *

INFLUENCE OF EXAMINATION STRESS ON CARDIOPULMONARY FUNCTION IN STUDENTS

Д. А. Димитриев, Е. В. Саперова

D. A. Dimitriev, E. V. Saperova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что стресс реальной жизни, возникающий в ходе подготовки студентов к сдаче экзаменов в университете, может приводить к комплексу изменений в механизмах регуляции функционирования кардиореспираторной системы. Перед экзаменом объем форсированного выдоха за первую секунду был значительно ниже в группе студентов с низким уровнем тревожности по сравнению со студентами с высоким уровнем тревожности. В ситуации ожидания экзамена была обнаружена отрицательная обратная связь между значениями личностной тревожности и следующими показателями вариабельности сердечного ритма: SDNN, VLF, LF и HF.

Abstract. It is determined that the stress of real life affecting the students during their preparation for the exams in the university can lead to complex changes in regulatory mechanisms of functioning of the cardiopulmonary system. Before the exam the forced outward breath volume in the first second was significantly lower in the group of students with low level anxiety than in the high level anxiety group. In the situation of waiting for the exam degenerative feedback between scores of personal anxiety and SDNN, VLF, LF and HF components of heart rate variability were discovered.

Ключевые слова: *экзаменационный стресс, кардиореспираторная система, тревожность, показатели функционирования легких, вариабельность сердечного ритма.*

Keywords: *examination stress, cardiopulmonary system, anxiety, lung function parameters, heart rate variability.*

Актуальность исследуемой проблемы. В современной физиологии имеется большой объем литературных данных, свидетельствующих о связи между эмоциональной сферой, индивидуальными свойствами психики и функциональным состоянием организма [9], [11]. Кардиореспираторная система является одной из ведущих и во многом определяющих адаптацию организма к большому числу разнообразных факторов среды. Ряд исследователей отмечает влияние положительных и отрицательных эмоций на степень проявления заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем [1], [6], [11]. Указывается связь враждебности, пессимизма и негативных эмоций с показателями, отражающими бронхиальную проводимость и функционирование сердечно-сосудистой системы [1], [2].

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант № 2.2.3.3/2028).

Важным показателем, отражающим эмоциональное состояние организма, является тревожность. Это связано с тем, что тревога возникает в ситуациях, связанных с оценочной деятельностью, и в субъективно значимых ситуациях, таких как экзамен. Исходя из этого, учет связей между тревожностью и функциональным состоянием кардиореспираторной системы чрезвычайно важен для оценки адаптационных возможностей организма и прогнозирования его реакции на социальные нагрузки различного происхождения.

Одной из эмоционально значимых ситуаций, вызывающих выраженные вегетативные сдвиги, является ситуация сдачи экзамена. Состояние студентов в период экзамена, несомненно, можно рассматривать как стресс. В литературе имеются сведения об изменении показателей системы внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы при действии стрессоров реальной жизни [3], [5], эмоциональном стрессе [9], [11] и ментальном стрессе [7], [13], однако вопрос о функционировании кардиореспираторной системы в условиях экзаменационного стресса является недостаточно изученным. В связи с этим целью данной работы явилось изучение изменения показателей кардиореспираторной системы студентов при экзаменационном эмоциональном стрессе.

Материал и методика исследований. В исследовании приняли участие 227 практически здоровых студентов ЧГПУ им. И. Я. Яковлева в возрасте от 17 до 24 лет. Обследование проводилось дважды: в межсессионный период и непосредственно перед экзаменом по физиологии человека. Для изучения особенностей регуляции деятельности сердца осуществлялась регистрация сердечного ритма с помощью программно-аппаратного комплекса «Нейрософт». Снятие ритмограммы проводилось согласно рекомендациям Европейской Ассоциации Кардиологии [14]. Исходя из сложившихся в настоящее время теории и практики изучения стрессорных реакций в качестве оцениваемых показателей, нами были выбраны частота сердечных сокращений (ЧСС) и показатели функционирования вегетативной нервной системы, оцененные путем анализа последовательности кардиоинтервалов. Изучение функциональных параметров системы внешнего дыхания осуществлялось посредством микропроцессорного спирографа СМП-21/01-«Р-Д». Проводилась регистрация основных легочных объемов и исследование проходимости различных отделов трахеобронхиального дерева на основании скоростных и временных характеристик форсированного выдоха. Определялись частота дыхания (ЧД), минутный объем дыхания (МОД), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), индекс Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ), пиковая объемная скорость (ПОС), проходимость бронхов мелкого (МОС75), среднего (МОС50) и крупного (МОС25) калибров, средняя объемная скорость на отрезке от 25 % до 75 % объема (СОС25-75), время достижения ПОС (ТПОС), время форсированного выдоха (ТФЖЕЛ), должные значения ПОС (ДПОС), должные значения ОФВ1 (ДОФВ1), а также другие параметры спирометрии. Для количественной оценки уровня тревожности в межсессионный период и непосредственно перед экзаменом было проведено психологическое тестирование, которое включало в себя выявление уровня личностной (ЛТ) и ситуационной тревожности (СТ) посредством применения методики, разработанной C. D. Spielberger и соавт. (1967) [12]. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием статистического пакета профессиональной статистики «Statistica 7.0 for Windows» с применением критерия знаков (Z) и дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Важнейшей особенностью высшей нервной деятельности, влияющей на характер реакции человека на воздействие социального фактора, имеющего эмоциональную значимость, является склонность к тревоге, опреде-

ляемая как личностная тревожность. Среднее значение ЛТ у студентов в межсессионный период составило 42,39±0,49 балла (95 % доверительный интервал: 41,42–43,35), что свидетельствует об умеренной личностной тревожности. Анализ распределения студентов по уровню личностной тревожности показал, что для 3,76 % исследованных студентов был характерен низкий уровень, для 54,14 % – умеренный, для 42,10 % – высокий уровень ЛТ. В межсессионный период среднее значение ситуационной тревожности составило 23,75±0,48 балла. При этом 77,94 % студентов имели низкий уровень, 19,12 % – умеренный и 2,94 % – высокий уровень СТ. Среднее значение показателя СТ у студентов в ситуации ожидания экзамена достоверно увеличилось до 42,11±0,74 баллов (Z=11,46; P<0,00001).

Среднее значение ЧСС в межсессионный период для исследуемых студентов составило 72,54±0,67 уд/мин. Перед экзаменом среднее значение пульса увеличилось до 82,89±0,80 уд/мин (P<0,0001), что указывает на умеренное учащение сердечного ритма. Кроме того, произошло достоверное повышение значений АМо (с 39,60±0,91 % до 45,18±0,91 %; P<0,001) и индекса ваго-симпатического баланса (с 1,99±0,11 до 2,69±0,13; P<0,001), что свидетельствует об относительном увеличении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. В межсессионный период среднее значение индекса напряжения (ИН), отражающего степень напряжения регуляторных систем, составило 97,03±5,78 усл. ед., что указывает на удовлетворительную адаптацию студентов с относительным преобладанием нормотонии. Перед экзаменом среднее значение данного показателя увеличилось до 139,70±7,60 усл. ед. (P<0,0001), что свидетельствует об удовлетворительной адаптации с относительным преобладанием симпатикотонии (рис. 1).

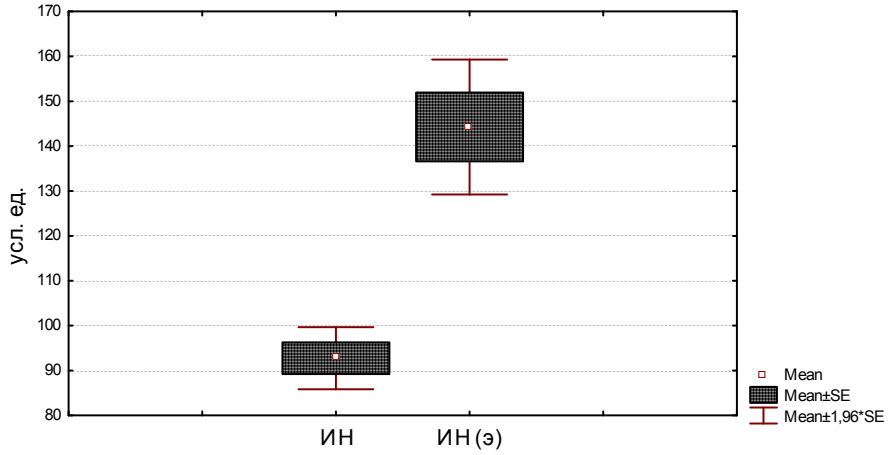


Рис. 1. ***Среднее значение индекса напряжения в межсессионный период и перед экзаменом***

Ситуация ожидания экзамена привела к снижению значений показателей, отражающих активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы: (MxDMn: с 0,330±0,009 до 0,304±0,010 с (P<0,001); SDNN: с 0,057±0,001 до 0,049±0,001 с (P<0,001); RMSSD: с 0,052±0,002 до 0,038±0,001 с (P<0,001); pNN50: с 29,66±1,50 % до 17,76±1,22 % (P<0,001); HF: с 1115,91±85,01 мс^2 до 699,65±57,71 мс^2 (P<0,001) (рис. 2)). Отмеченные в настоящей работе снижение ВСР и повышенная тревожность, по мнению L. R. Mujica-Parodi и соавторов (2009) [8], могут быть связаны с дисрегуляцией компонентов лимбической системы.

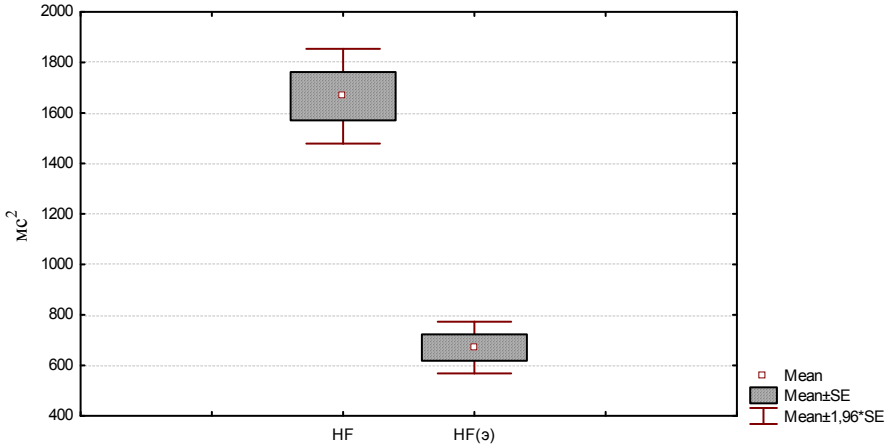


Рис. 2. ***Среднее значение HF в межсессионный период и перед экзаменом***

Результаты корреляционного анализа связи между тревожностью и значениями показателей функционирования сердечно-сосудистой системы свидетельствуют об отсутствии достоверных связей в межсессионный период и перед экзаменом между значениями показателей СТ и параметрами ВСР. Изучение связи между ЛТ и показателями ВСР свидетельствует об отсутствии выраженной связи в межсессионный период между этими переменными. В то же время такая связь появляется при сравнительном анализе изучаемых показателей перед экзаменом: между ЛТ и SDNN (R=-0,217; P=0,003), MxDMn (R=-0,216; P=0,003), AMo (R=0,154; P=0,037), ИН (R=0,195; P=0,008), LF (R=-0,196; P=0,008), HF (R=-0,184; P=0,012). Эти результаты указывают на значительное влияние индивидуальной склонности к тревоге на функциональное состояние парасимпатической регуляции сердечного ритма в условиях психоэмоционального стресса.

Анализ функционирования дыхательной системы студентов свидетельствует о том, что ситуация ожидания экзамена приводит к значительным изменениям значений показателей внешнего дыхания (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика средних значений показателей внешнего дыхания студентов в межсессионный период и перед экзаменом

Показатели		Среднее значение	95 % доверительный интервал
ЧД (раз/мин)	Межсессионный период	16,27±0,34	15,59–16,95
	Экзамен	18,43±0,49***	17,45–19,40
МОД (л)	Межсессионный период	9,27±0,47	8,35–10,20
	Экзамен	11,18±0,58***	10,03–12,33
ЖЕЛ (л)	Межсессионный период	3,82±0,08	3,67–3,97
	Экзамен	3,78±0,09	3,61–3,96
ФЖЕЛ (л)	Межсессионный период	3,68±0,08	3,52–3,85
	Экзамен	3,65±0,06	3,49–3,82
ПОС (л/с)	Межсессионный период	6,45±0,19	6,07–6,82
	Экзамен	7,06±0,18***	6,71–7,42

Показатели		Среднее значение	95 % доверительный интервал
ОФВ1 (л)	Межсессионный период	2,83±0,10	2,63–3,02
	Экзамен	3,21±0,08***	3,05–3,36
ОФВ1/ЖЕЛ (%)	Межсессионный период	74,28±2,35	69,64–78,93
	Экзамен	84,41±1,77**	80,90–87,92
МОС25 (л/с)	Межсессионный период	5,59±0,17	5,25–5,92
	Экзамен	6,22±0,15***	5,92–6,52
МОС50 (л/с)	Межсессионный период	4,56±0,12	4,32–4,80
	Экзамен	5,02±0,12**	4,78–5,26
МОС75 (л/с)	Межсессионный период	2,83±0,10	2,63–3,04
	Экзамен	3,13±0,10**	2,94–3,33
СОС25-75 (л/с)	Межсессионный период	4,20±0,12	3,96–4,44
	Экзамен	4,63±0,12**	4,40–4,86
ТПОС (с)	Межсессионный период	0,493±0,089	0,317–0,669
	Экзамен	0,253±0,025**	0,204–0,301
ТФЖЕЛ (с)	Межсессионный период	1,86±0,10	1,65–2,06
	Экзамен	1,41±0,05***	1,32–1,51

Примечание. Достоверность различий между межсессионным периодом и экзаменом:
* – P<0,05, ** – P<0,01, *** – P<0,001.

Перед экзаменом происходит достоверное повышение значений ЧД (Z=4,26; P=0,00002), которое, как известно, увеличивается во время эмоционально значимых ситуаций и при стрессе. Уровень индивидуальной тревожности может оказывать существенное влияние на частоту дыхания и другие параметры системы внешнего дыхания [2]. К центральным структурам, вовлеченным в процесс повышения частоты дыхания в эмоционально значимых ситуациях, могут относиться лимбическая система, особенно миндалина и височный полюс паралимбической области. Показано, что стимуляция миндалины приводит к быстрому росту частоты дыхания при страхе и тревоге. Активность нейронов коры грушевидной извилины и лимбической системы связана с инспираторной активностью С4 вентральных корешков спинномозговых нервов, ритмическая активность которых остается даже после полного отделения вышележащих отделов мозга от ствола мозга на уровне моста. Электрическая стимуляция нейронов коры грушевидной извилины и лимбической системы вызывает инспираторную активность С4 нейронов. Стимуляция вентролатеральной области продолговатого мозга, в которой происходит генерация дыхательных ритмов, индуцирует электрическую активность нейронов дорсальной области миндалевидного комплекса. Это связано с тем, что нейроны миндалевидного комплекса имеют реципрокные связи с дыхательными центрами продолговатого мозга и моста [15]. Спонтанная осцилляторная активность нейронов грушевидной извилины и миндалевидного комплекса может осуществлять контроль дыхательного ритма при различных эмоциях, а также изменять частоту дыхания в ответ на изменение эмоций. Показано, что сенсорная стимуляция приводит к формированию страха посредством активации центрального ядра миндалевидного комплекса, гипоталамуса и ствола мозга [4]. Экспериментальные исследования показали, что важным компонентом данной системы является энто-

ринальная кора. Обнаружены реципрокные связи между амигдалой и энторинальной корой. Эти области получают прямые входы от обонятельной луковицы и непрямые – от нейронов грушевидной извилины [2].

Следствием увеличения ЧД является повышение МОД (Z=3,38; P=0,0007). Важнейшим критерием, характеризующим эффективность газотранспортной функции легких, является бронхиальная проводимость. Перед экзаменом произошло достоверное увеличение проводимости бронхов крупного МОС25 (Z=3,74; P=0,0002), среднего МОС50 (Z=3,20; P=0,0001) и мелкого МОС75 (Z=2,83; P=0,005) диаметров. Значения показателя средней объемной скорости выдоха на уровне 25–75 % от ФЖЕЛ (СОС25-75), в меньшей степени зависящей от произвольного усилия испытуемого и более объективно отражающей проходимость бронхов, также увеличились (Z=2,65; P=0,008). Кроме того, произошло повышение значений других параметров, отражающих проводимость бронхов: ПОС (Z=3,93; P=0,00009), ОФВ1 (Z=4,51; P=0,00001), ОФВ1/ЖЕЛ (Z=2,83; P=0,005) и снижение значений временных показателей функционирования системы внешнего дыхания: ТПОС (Z=2,77; P=0,006) и ТФЖЕЛ (Z=4,40; P=0,00001). Полученные данные свидетельствуют об увеличении степени бронхиальной проводимости при психоэмоциональном стрессе, что согласуется с литературными сведениями о том, что в легких активность симпатического отдела вегетативной нервной системы способствует расширению бронхов посредством влияния на гладкомышечные клетки кровеносных сосудов и на железы, выделяющие слизь [6].

В пользу гипотезы о связи между эмоциональной сферой и системой регуляции дыхания свидетельствует и тот факт, что описанные выше изменения состояния системы внешнего дыхания при стрессе сопровождались повышением уровня ситуационной тревожности (рис. 3).

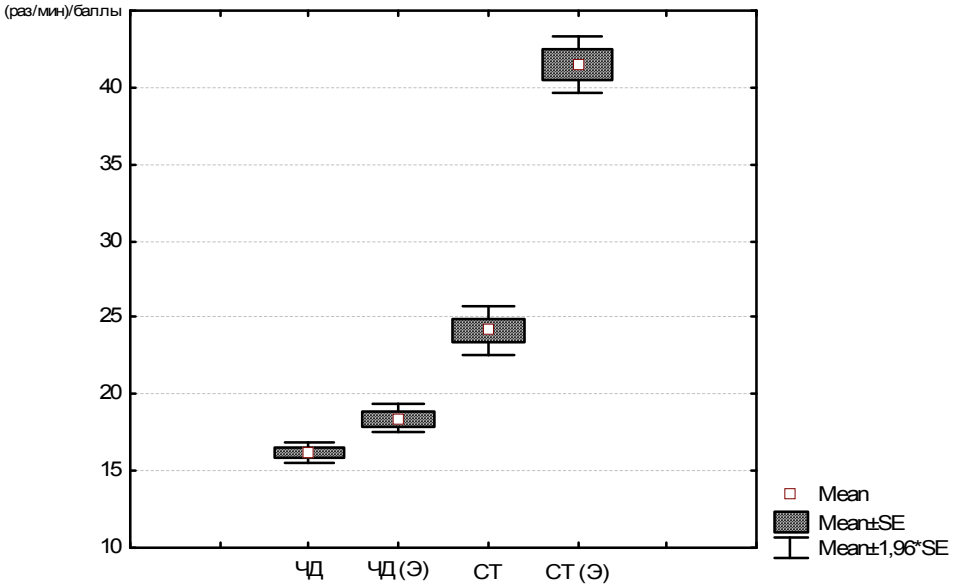


Рис. 3. ***Динамика изменения частоты дыхания и уровня ситуационной тревожности в межсессионный период и перед экзаменом***

Перед экзаменом студенты с умеренной ситуационной тревожностью по сравнению со студентами с высоким уровнем тревожности имели более высокие значения ЧД (соответственно: 19,16±0,65 и 16,66±0,82; F=5,39; P=0,023) и более низкие значения показателя

ПОС-ДПОС (%) (соответственно: 95,19±2,88 и 105,10±3,95; F=4,04; P=0,047). Студенты с низким уровнем ситуационной тревожности по сравнению со студентами с высоким уровнем тревожности имели более низкие значения ОФВ1 (соответственно: 2,81±0,25 и 3,39±0,11; F=5,87; P=0,02) (рис. 4), ОФВ1-ДОФВ1 (%) (соответственно: 90,62±8,22 и 107,80±3,05; F=5,97; P=0,019) и ТПОС (с) (соответственно: 0,343±0,101 и 0,176±0,030; F=4,56; P=0,039). Полученные нами данные свидетельствуют о том, что экзаменационный эмоциональный стресс сопровождается выраженными изменениями показателей внешнего дыхания. Эти результаты согласуются с данными L. D. Rimington и соавторов (2001) [10], которые указывают на то, что увеличение тревожности и депрессии сопровождается снижением значений показателей ОФВ1 и ПОС.

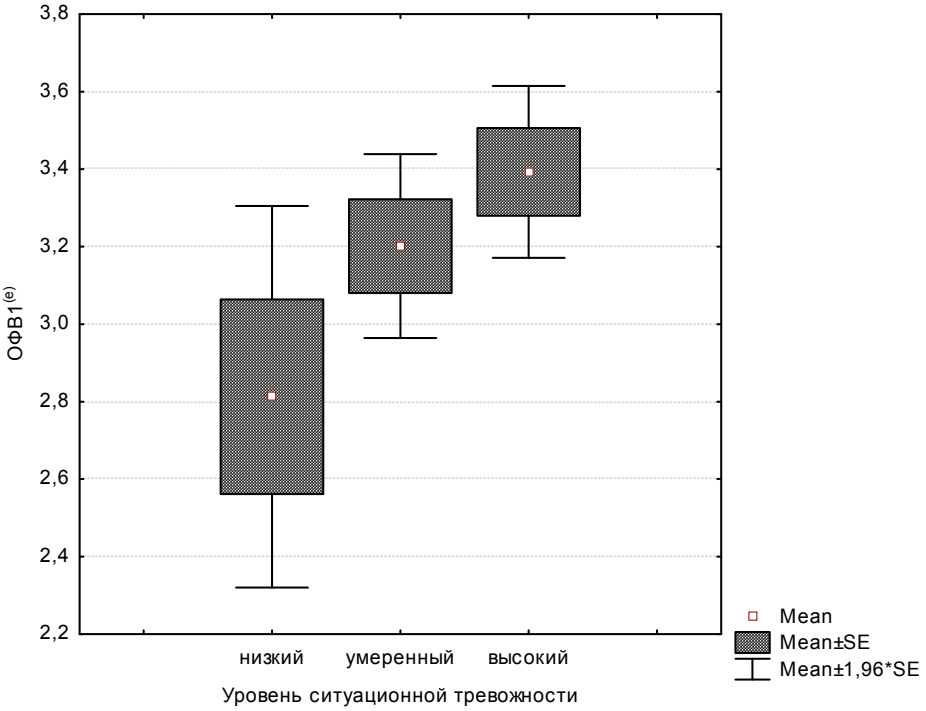


Рис. 4. ***Значения ОФВ1 у студентов с разным уровнем ситуационной тревожности***

Резюме. Экзаменационный эмоциональный стресс приводит к достоверному увеличению значений показателей активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и снижению парасимпатического тонуса. Высокий уровень личностной тревожности сопровождается достоверным увеличением значений показателей симпатической активности, снижением значений парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в ситуации ожидания экзамена. Повышение тревожности при экзаменационном стрессе сопровождается увеличением частоты дыхательных движений и увеличением бронхиальной проводимости, что может быть обусловлено активацией лимбической системы. Таким образом, изменение функциональных показателей кардиореспираторной системы может служить индикатором выраженности функциональных изменений в организме при стрессе реальной жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Betensky, J. D.* Depressive symptoms, trait aggression, and cardiovascular reactivity to a laboratory stressor / J. D. Betensky, R. J. Contrada // Ann. Behav. Med. – 2010. – № 2 (Vol. 39). – P. 184–191.

2. *Homma, I.* Breathing rhythms and emotions / I. Homma, Y. Masaoka // Exp. Physiol. – 2008. – № 9 (Vol. 93). – P. 1011–1021.

3. *Klonoff, E. A.* Psychological factors in sarcoidosis: the relationship between life stress and pulmonary function / E. A. Klonoff, M. E. Kleinhenz // Sarcoidosis. – 1993. – № 2 (Vol. 10). – P. 118–124.

4. *LeDoux, J. E.* Emotion circuits in the brain / J. E. LeDoux // Annu. Rev. Neurosci. – 2000. – Vol. 23. – P. 155–184.

5. *Lucini, D.* Hemodynamic and autonomic adjustments to real life stress conditions in humans / D. Lucini, G. Norbiato, M. Clerici et al. // Hypertension. – 2002. – Vol. 39. – P. 184–188.

6. *Marshall, G. D.* Stress, immune regulations, and immunity: applications for asthma / G. D. Marshall, S. K. Agarwal // Allergy Asthma Proc. – 2000. – Vol. 21. – P. 241–246.

7. *Masaoka, Y.* Anxiety and respiratory patterns: their relationship during mental stress and physical load / Y. Masaoka, I. Homma // Int. J. Psychophysiol. – 1997. – № 2 (Vol. 27). – P. 153–159.

8. *Mujica-Parodi, L. R.* Limbic dysregulation is associated with lowered heart rate variability and increased trait anxiety in healthy adults / L. R. Mujica-Parodi, M. Korgaonkar, B. Ravindranath et al. // Hum. Brain Mapp. – 2009. – № 1 (Vol. 30). – P. 47–58.

9. *Ono, M.* Physiological and psychological responses to expressions of emotion and empathy in post-stress communication / M. Ono, M. Fujita, S. Yamada // J. Physiol. Anthropol. – 2009. – № 1 (Vol. 28). – P. 29–35.

10. *Rimington, L. D.* Relationship between anxiety, depression, and morbidity in adult asthma patients / L. D. Rimington, D. H. Davies, D. Lowe et al. // Thorax. – 2001. – № 4 (Vol. 56). – P. 266–271.

11. *Ritz, T.* Emotions and stress increase respiratory resistance in asthma / T. Ritz, A. Steptoe, S. DeWilde et al. // Psychosom. Med. – 2000. – № 3 (Vol. 62). – P. 401–412.

12. *Spielberger, C. D.* The state – trait anxiety inventory. Preliminary test manual for Form B / C. D. Spielberger, R. L. O'Gorsuch, R. E. Lushene. – Florida State University, 1967. – P. 168.

13. *Taelman, J.* Influence of Mental Stress on Heart Rate and Heart Rate Variability / J. Taelman, S. Vandeput, A. Spaepen et al. // 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering. – 2009. – Vol. 22. – P. 1366–1369.

14. *Task Force* of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – № 5 (Vol. 93). – P. 1043–1065.

15. *Yasui, Y.* Amygdaloid axon terminals are in contact with trigeminal premotor neurons in the parvicellular reticular formation of the rat medulla oblongata / Y. Yasui, T. Tsumori, T. Oka et al. // Brain Res. – 2004. – № 1016. – P. 129–134.

УДК 612.176.2+616-005.2

ОСОБЕННОСТИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В НОРМЕ И ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

FEATURES OF HEART RATE TURBULENCE IN NORMAL AND IN ARTERIAL HYPERTENSION

Д. А. Димитриев, И. А. Туйзарова

D. A. Dimitriev, I. A. Tuizarova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Турбулентность сердечного ритма (ТСР) представляет собой кратковременную осцилляцию сердечного ритма, возникающую после желудочковой экстрасистолы и связанную с активностью барорефлекторной дуги. Целью данного исследования является изучение уровня показателей турбулентности ТО (начало турбулентности) и TS (наклон турбулентности) у больных артериальной гипертонией, а также идентификация циркадианного паттерна этих показателей. Турбулентность сердечного ритма была оценена у 60 пациентов с эссенциальной гипертонией (ЭГ) (27 в фазе II и 33 в фазе IV) и у 10 здоровых людей. У пациентов с ЭГ было выявлено снижение обоих показателей ТСР по сравнению с контрольной группой. Не было выявлено циркадианных изменений ТО, в то время как дневной уровень TS был достоверно ниже, чем ночной.

Abstract. Heart rate turbulence (HRT) denotes the baroreflex-mediated short-term oscillation of cardiac cycle lengths after spontaneous ventricular premature complexes. The aim of the study was to assess heart rate turbulence (HRT) in arterial hypertension patients and to identify the circadian pattern of HRT. Turbulence onset (TO) and turbulence slope (TS) were evaluated in 60 patients (27 stage II, 33 stage IV) with essential hypertension (EH) and in 10 control subjects. In patients with EH both HRT parameters (TO and TS) were significantly impaired in comparison to TO and TS in healthy subjects. No circadian changes in turbulence onset values were found, while TS displayed significantly lower values during day than during night.

Ключевые слова: *артериальная гипертония, турбулентность сердечного ритма, начало турбулентности, наклон турбулентности.*

Keywords: *arterial hypertension, heart rate turbulence, turbulence onset, turbulence slope.*

Актуальность исследуемой проблемы. Одним из наиболее актуальных вопросов современной физиологии сердечно-сосудистой системы является изучение функционирования рефлекторных дуг, формирующих значения функциональных показателей сердечно-сосудистой системы в каждый конкретный момент времени [13]. Важнейшим из таких рефлекторных механизмов является барорефлекс, который обеспечивает поддержание гомеостаза сердечно-сосудистой системы посредством регуляции артериального давления и частоты сердечных сокращений [5]. В то же время оценка функционирования барорефлекторной дуги у человека представляет собой сложную задачу, что обусловлено чрезвычайно сложным характером динамического взаимодействия между гемодинамиче-

скими параметрами, влияющими на активность барорецепторов и на характер изменения гемодинамики в ходе барорефлекторной реакции.

История изучения барорефлекса содержит в себе упоминание множества различных диагностических методов – от изменения давления на область каротидного синуса [6] до применения фармакологических проб с α-адреномиметиками [10], использования аппарата Finapres [7]. Все эти методики обладают как достоинствами, так и недостатками, важнейшим из которых является невозможность изучения функционирования барорефлекторной дуги в условиях естественной активности человека в течение суток. Этот недостаток преодолен в методе оценки турбулентности сердечного ритма, разработанном Schmidt в 1999 году [3], [14]. Данная методика базируется на результатах рутинного суточного холтеровского мониторирования и не требует использования инвазивных методов, позволяет выявить циркадианный профиль барорефлекторной чувствительности. Целью нашей работы явилось изучение особенностей колебания барорефлекторной чувствительности в течение суток у здоровых людей и у пациентов с артериальной гипертензией.

Материал и методика исследований. Нами были проанализированы суточные записи ЭКГ, полученные посредством холтеровского мониторирования с применением программно-аппаратного комплекса «Кардиотехника-04» фирмы ИНКАРТ. Было исследовано 70 человек. Средний возраст обследованных составил 56,21±1,06 года, доля женщин составила 47,76 %. Диагноз «артериальная гипертензия» формулировался на основе стандартной диагностической схемы с учетом рекомендаций [2]. Данный диагноз отсутствовал у 10 исследованных, у 27 пациентов была диагностирована вторая стадия гипертонической болезни, а у 33 больных – третья стадия гипертонической болезни. Оценка показателей турбулентности сердечного ритма проводилась в рамках стандартной процедуры [3]. На первом этапе нами были проанализированы ЭКГ, полученные в ходе холтеровского мониторирования на предмет идентификации преждевременных желудочковых комплексов (ПЖК) с компенсаторной паузой [1]. Из последующего анализа исключались все ПЖК с индексом преждевременности больше 20 % и компенсаторной паузой больше 120 % от среднего значения пяти синусовых RR интервалов. До этого была проведена фильтрация последовательностей интервалов RR с целью исключения коротких (менее 300 мс) и длинных (более 2000 мс) интервалов RR. Соответствующие всем критериям значения интервалов RR послужили основой для построения тахограммы (рис. 1).

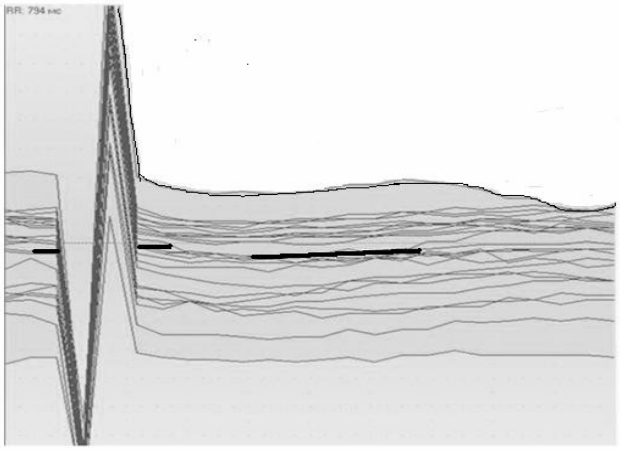


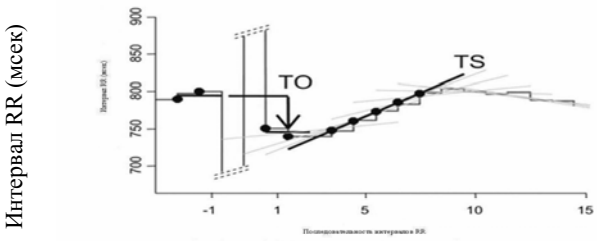
Рис. 1. ***Тахограмма для вычисления показателей турбулентности сердечного ритма***

На основе тахограмм нами было проведено вычисление ТО по формуле (1):

$$TO = \frac{(RR_1 + RR_2) - (RR_{-1} + RR_{-2})}{(RR_{-1} + RR_{-2})} \times 100\ \%,$$

где RR_1 и RR_2 – интервалы, следующие сразу за компенсаторной паузой, RR_{-1} и RR_{-2} – интервалы, непосредственно предшествующие ПЖК.

TS представляет собой регрессионный коэффициент, отражающий скорость изменения RR интервалов, который вычисляется на основе любых пяти интервалов RR из пятнадцати, следующих за компенсаторной паузой (рис. 2).



Последовательность интервалов RR

Рис. 2. ***Вычисление параметров турбулентности сердечного ритма***

Вычисления параметров турбулентности сердечного ритма проводилось по усредненным значениям интервалов RR за определенный промежуток времени [3]. Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 8.0. Вычислялись описательные и непараметрические статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. Среднее значение ТО составило 1,62836±0,275888 (95 % доверительный интервал: -1,08 – -2,18). Анализ распределения ТО показал, что большинство обследуемых имеет нормальное значение ТО (менее 0 %). Отрицательные значения показателя ТО свидетельствуют об ускорении ритма сердца вследствие снижения активности вагуса в ответ на отсутствие афферентной импульсации от барорецепторов. Это, в свою очередь, обусловлено недостаточной гемодинамической эффективностью сокращений сердца, следующих за компенсаторной паузой [16]. Данная гемодинамическая неэффективность вызвана неполным электрическим восстановлением кардиомиоцитов после ПЖК, коротким периодом наполнения желудочков в диастолу, отсутствием систолы предсердий, уменьшением сократимости миокарда желудочка, большей постнагрузкой в период ПЖК, меньшей синхронизацией сокращений желудочков. Вследствие всего этого происходит выраженное снижение систолического артериального давления по сравнению с нормальным синусовым ритмом и уменьшается активность барорецепторов [16]. В то же время у 8 пациентов было выявлено положительное значение ТО: у 2 больных со второй стадией заболевания (7,4 %) и 6 больных с третьей стадией заболевания (18,18 %). Это отклонение может быть обусловлено как нарушением гемодинамики, так и барорефлекторной чувствительности [16]. Оба этих нарушения характерны для больных с артериальной гипертензией, а степень их выраженности увеличивается по мере возрастания тяжести течения заболевания [9], [11], [12]. Различие между группами больных по частоте встречаемости положительного значения ТО было недостоверно (χ^2 = 1,487383; p = 0,47536).

Согласно [16], нижней границей нормы для TS является 2,5 мс/RR. Число больных, чье индивидуальное значение TS не соответствует данному критерию, также составило 8. Из них 1 человек имел вторую стадию артериальной гипертензии, а остальные 7 – третью стадию. Таким образом, соответствующие доли больных составили: со второй стадией – 3,70 %, с третьей стадией – 21,21 % (χ^2=6,348420, p=0,04183).

Сравнительный анализ ТО в зависимости от наличия артериальной гипертонии и степени ее тяжести показал наличие выраженного различия между сравниваемыми группами (тест Крускала-Уоллеса (KW)=9,063720, p=0,0108) (табл. 1).

Таблица 1

Значения ТО в зависимости от наличия и степени тяжести артериальной гипертонии

Диагноз	Средняя	Ошибка	95 % доверительный интервал	
Здоровые	-3,014	0,701165	-4,72998	-1,29860
Эссенциальная гипертензия 2-й стадии	-2,204	0,532571	-3,29842	-1,10899
Эссенциальная гипертензия 3-й стадии	-0,864	0,266743	-1,40697	-0,32030

Приведенные в таблице данные указывают на наличие выраженных различий между группами по величине ТО: наибольшее среднее значение данного показателя отмеча-

ется у здоровых, а наименьшее значение – у больных с третьей стадией артериальной гипертонии. Проверка различий между сравниваемыми группами с помощью теста Манна-Уитни показала, что достоверность таковых имеется между здоровыми людьми и индивидуумами с третьей стадией гипертонии (p=0,008890) и между больными со второй стадией и третьей стадией гипертонии (p=0,037504).

Еще более выраженный характер носят различия между группами пациентов по уровню TS (KW=17,49464, p=0,0002) (табл. 2).

Таблица 2

Значения TS в зависимости от наличия и степени тяжести артериальной гипертонии

Диагноз	Средняя	Ошибка	95 % доверительный интервал	
Здоровые	11,57143	2,071314	6,503107	16,63975
Эссенциальная гипертензия 2-й стадии	10,57407	1,980759	6,502565	14,64558
Эссенциальная гипертензия 3-й стадии	4,48182	0,372706	3,722640	5,24100

Достоверные различия по уровню суточного TS выявлены между здоровыми и больными с третьей стадией гипертонии (p=0,000769), между больными со второй и третьей стадиями гипертонии (p=0,000921). Полученные нами данные свидетельствуют о том, что у больных с артериальной гипертензией происходит относительное снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), что подтверждается соответствующей литературой [8]. Другим возможным механизмом уменьшения турбулентности при артериальной гипертензии является нарушение центральной гемодинамики [16], что характерно для пациентов с третьей стадией. Сам формат проведения холтеровского мониторирования неизбежно порождает вопрос о наличии циркадианного ритма и его характера. С целью изучения данного вопроса нами был проведен сравнительный анализ показателей турбулентности сердечного ритма в ночное время (22.00–7.00) и днем. Это имеет определенное теоретическое значение, поскольку количество работ, посвященных циркадианному ритму ТСР, невелико, а работ по данному циркадианному ритму у больных гипертонией нет вовсе. Полученные нами данные показали отсутствие выраженного различия между средними значениями ТО в дневное и ночное время у больных артериальной гипертонией (табл. 3).

Таблица 3

Дневные и ночные значения показателя ТО

Диагноз	День, средняя	День, ошибка	День, 95 % доверительный интервал	Ночь, средняя	Ночь, ошибка	Ночь, 95 % доверительный интервал	P
Эссенциальная гипертензия 2-й стадии	-1,94	0,50	-2,98 – -0,89	-2,59	0,36	-3,34 – -1,84	>0,5
Эссенциальная гипертензия 3-й стадии	-1,18	0,21	-1,62 – -0,75	-1,54	0,24	-2,04 – -1,05	>0,5

Намного более выражены различия между значениями TS в дневное и ночное время суток (табл. 4).

Таблица 4

Дневные и ночные значения показателя TS

Диагноз	День, средняя	День, ошибка	День, 95 % доверительный интервал	Ночь, средняя	Ночь, ошибка	Ночь, 95 % доверительный интервал	P
Эссенциальная гипертензия 2-й стадии	7,09	1,04	4,91–9,28	10,22	1,43	7,23–13,22	0,01
Эссенциальная гипертензия 3-й стадии	4,35	0,41	3,49–5,20	8,19	1,32	5,45–10,92	0,0001

Таким образом, нами были выявлены статистически значимые различия между дневными и ночными показателями TO и TS, что соответствует данным других исследователей, которые были получены в ходе изучения суточного профиля турбулентности сердечного ритма у больных с иными диагнозами [4], [15].

Резюме. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что показатели турбулентности сердечного ритма отражают сложные гемодинамические и регуляторные процессы, которые обуславливают столь необходимый организму человека гомеостаз сердечно-сосудистой системы. TO и TS являются показателями, отражающими несколько различные функциональные особенности функционирования сердечно-сосудистой системы. Это подтверждается тем фактом, что они по-разному изменяются по мере формирования патологического комплекса, характерного для артериальной гипертонии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дабровски, А*. Суточное мониторирование ЭКГ / А. Дабровски, Б. Дабровски, Р. Пиотрович. – М. : Медпрактика, 2000. – 208 с.

2. *Рекомендации* Российского медицинского общества по артериальной гипертонии и Всероссийского научного общества кардиологов / И. Е. Чазова и др. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2008. – № 7 (6). Приложение 2.

3. *Bauer, A.* Heart rate turbulence: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: International Society for Holter and Noninvasive Electrophysiology Consensus / A. Bauer et al. // J. Am. Coll. Cardiol. – 2008. – № 17 (Vol. 52). – P. 1353–1365.

4. *Cygankiewicz, I.* Circadian changes in heart rate turbulence parameters / I. Cygankiewicz et al. // J. Electrocardiol. – 2004. – № 4 (Vol. 37). – P. 297–303.

5. *Dampney, R. A*. Functional organization of central pathways regulating the cardiovascular system / R. A. Dampney // Physiol. Rev. – 1994. – № 2 (Vol. 74). – P. 323–364.

6. *Eckberg, D. L*. Human vagal baroreflex mechanisms in space / D. L. Eckberg et al. // J. Physiol. – 2010. – № 7 (Vol. 588). – P. 1129–1138.

7. *Kasprowicz, M*. Evaluation of the cerebrovascular pressure reactivity index using non-invasive finapres arterial blood pressure / M. Kasprowicz et al. // Physiol. Meas. – 2010. – № 9 (Vol. 31). – P. 1217–1228.

8. *Langewitz, W*. Reduced parasympathetic cardiac control in patients with hypertension at rest and under mental stress / W. Langewitz, H. Rüddel, H. Schächinger // Am. Heart J. – 1994. – № 1 (Vol. 127). – P. 122–128.

9. *Lekakis, J. P.* Cardiac hypertrophy in hypertension: relation to 24-h blood pressure profile and arterial stiffness / J. P. Lekakis, N. A. Zakopoulos, et al. // Int. J. Cardiol. – 2004. – № 1 (Vol. 97). – P. 29–33.

10. *Milic, M.* A comparison of pharmacologic and spontaneous baroreflex methods in aging and hypertension / M. Milic et al. // J. Hypertens. – 2009. – № 6 (Vol. 27). – P. 1243–1251.

11. *Honzíková, N.* Baroreflex sensitivity and essential hypertension in adolescents / N. Honzíková, B. Fiser // Physiol. Res. – 2009. – № 5 (Vol 58). – P. 605–612.

12. *Head, G. A*. Baroreflexes and cardiovascular regulation in hypertension / G. A. Head // J. Cardiovasc. Pharmacol. – 1995. – 26 Suppl. 2. – P. 7–16.

13. *Persson, P. B*. Modulation of cardiovascular control mechanisms and their interaction / P. B. Persson // Physiol. Rev. – 1996. – № 1 (Vol. 76). – P. 193–244.

14. *Schmidt, G*. Heart-rate turbulence after ventricular premature beats as a predictor of mortality after acute myocardial infarction / G. Schmidt et al. // Lancet. – 1999. – № 9162 (Vol. 353). – P. 1390–1396.

15. *Trcka, P*. Analysis of the effect of circadian rhythm on the heart rate turbulence in patients without evidence of organic heart disease / P. Trcka et al. // Vnitr. Lek. – 2007. – № 10 (Vol. 53). – P. 1071–1076.

16. *Wichterle, D*. Hemodynamics and autonomic control of heart rate turbulence / D. Wichterle et al. // Cardiovasc. Electrophysiol. – 2006. – Vol. 17. – P. 286–291.

УДК 612.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ТУЧНЫХ КЛЕТОК ТИМУСА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ КРЕМНИЯ И КАЛЬЦИЯ

THE INVESTIGATION OF POPULATION OF MAST CELLS THYMUS UNDER LONG INFLUENCE OF SILICON AND CALCIUM

И. М. Дьячкова, В. Е. Сергеева, С. П. Сапожников

I. M. Dyachkova, V. E. Sergeeva, S. P. Sapozhnikov

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. Изучено длительное влияние кремния и кальция на вилочковую железу, а именно на количественный и качественный состав тучных клеток в структурах тимуса.

Abstract. Long influence of silicon and calcium on thymus gland, namely, quantitative and qualitative structure of mast cells in thymus structures is investigated.

Ключевые слова: *тимус, кремний, кальций, тучные клетки.*

Keywords: *thymus, silicon, calcium, mast cells.*

Актуальность исследуемой проблемы. Изучение влияния микро- и макроэлементов на структуры органов иммунной системы является актуальной медико-биологической проблемой, имеющей большую научно-практическую ценность.

Тимус – центральный орган иммунной системы. В тимусе характерными клетками являются тучные клетки (мастоциты, тимусные базофилы), расположенные в основном в периферической части долек железы по ходу кровеносных сосудов. Тучные клетки (ТК), наряду с адренергическими нервами и люминесцирующими макрофагами, являются огромным по емкости депо гистамина, серотонина и катехоламинов [2], [11]. В гранулах тучных клеток центр занимает липопротеид, с ним связываются биогенные амины, которые затем покрываются гепарином, тем самым нейромедиаторные биоамины инактивируются [5]. Выделяя или поглощая медиаторы для сосудистой проницаемости, тучные клетки облегчают контакт и миграцию образовавшихся тимоцитов [4], [9].

В некоторых исследованиях подробно изучены биоаминсодержащие тучные клетки тимуса, описаны изменения функциональной активности тучных клеток в зависимости от сезона года и при различных воздействиях на целостный организм медиаторами, гормонами и антигенами [8], [9], [10], [11]. Так, установлено, что введение соматотропного гормона в течение 14 суток увеличивает количество тучных клеток в 1,6 раза, одновременно происходит изменение их тинкториальных свойств. Тестэктомия ведет к появлению популяции молодых развивающихся форм тучных клеток без признаков дегрануляции, содержащих малосульфатированный незрелый гепарин. Отмечено повы-

шение количества тучных клеток и индекса их дегрануляций в тимусе потомства крыс с D-галактозоаминовым поражением печени [3].

Как известно, для нормального протекания жизненных процессов в клетках и тканях необходимы микро- и макроэлементы [7]. Кальций принимает активное участие в процессах высвобождения катехоламинов из надпочечников, в выделении нейромедиаторов пресинаптическими нервными окончаниями. Соединения кремния стимулируют функцию макрофагов, продуцирование этими клетками ИЛ-1, ФНО-α, лейкотриенинов и простагландина Е [12]. Анализ литературы показывает, что действие кремния и кальция на тучные клетки тимуса не изучено.

В связи с вышеизложенным становится актуальным изучение тучноклеточной популяции тимуса при воздействии микро- и макроэлементов, таких как кремний и кальций.

Материал и методика исследований. Объектом исследования служила вилочковая железа 45 самцов белых беспородных крыс (15 контрольных, 30 опытных).

Исследования проводились осенью.

Опытные животные были разделены на две группы: первая опытная группа получала питьевую воду с кальцием (200 мг/л), вторая опытная группа – питьевую воду с кремнием (10 мг/л).

Эксперимент проводился в течение 60 дней. Все действия, предусматривавшие контакт с экспериментальными животными, осуществлялись согласно правилам проведения работ с использованием лабораторных животных. Из ткани тимуса готовились парафиновые срезы толщиной 10–20 мкм, окрашивались гематоксилином и эозином для проведения общегистологической оценки структур тимуса и морфометрического анализа с использованием программы SigmaScanPro, а также по методу Гимза (Giemsa) для контроля состояния тканевых мукополисахаридов и гепарина в тучных клетках.

Результаты исследований и их обсуждение. При микроскопировании препаратов тимуса всех опытных групп, окрашенных гематоксилином и эозином, хорошо видны дольки, разделенные септами, являющимися продолжением соединительнотканной капсулы. В четко контурированных дольках овально-полигональной формы хорошо определяются корковое и мозговое вещество. Корковое вещество долек за счет более плотного расположения тимоцитов в нем выглядит сравнительно темнее, чем мозговое. Эпителиальная основа органа лучше просматривается в мозговом веществе в связи с меньшим количеством тимоцитов, здесь же иногда встречаются слоистые тельца Гассаля, образованные концентрически наслоенными эпителиальными клетками. У животных, употреблявших с питьевой водой кальций, мозговое вещество, как и у контрольных животных, имеет овальную форму, но в некоторых срезах наблюдаются врастания его в корковое вещество в виде небольших наплывов. У животных, употреблявших кремний, в гистологическом строении тимуса выявлена особенность, связанная с расположением мозгового вещества в тимусных дольках. Обнаружено, что мозговое вещество, помимо стандартного своего размещения в центре дольки, небольшими островками размещается и в корковом веществе, между субкапсулярной и кортикомедуллярной зонами.

Оценка морфометрических показателей долек тимуса позволила выявить существенные различия между контрольными и опытными животными (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрическая характеристика долек тимуса экспериментальных животных (M±σ, мм^2)

Параметр / Группа	Площадь дольки	Площадь мозгового вещества дольки	Площадь коркового вещества дольки
Контрольная	1,13±0,14	0,25±0,04	0,88±0,11
С кальцием	1,88±0,20*	0,37±0,07	1,51±0,16*
С кремнием	1,36±0,20	0,28±0,10	1,07±0,14

* - различия достоверны с контрольной группой (P<0,05)

Поставленная реакция по методу Гимза позволила нам оценить степень созревания гепарина и дегрануляции тучных клеток.

У контрольных животных в паренхиме и в междольковых септах тимуса выявляются самые разнообразные тучные клетки. По состоянию мукополисахаридов различаются: ортохромные виды тучных клеток с голубой окраской цитоплазмы и несульфатированным незрелым гепарином; β_1 – метахроматичные тучные клетки с фиолетовым окрашиванием гранул в цитоплазме и с более сульфатированным незрелым гепарином; β_2 – метахроматичные клетки, имеющие фиолетовую цитоплазму с красноватым оттенком гранул за счет созревания сульфатированного гепарина. По степени дегрануляции определяются следующие формы тучных клеток: T_0-формы – гранулы плотно расположены в цитоплазме, ядро визуально не определяется (рис. 1); T_1-формы – ядро хорошо просматривается, гранулы располагаются внутри клетки, за пределы цитоплазмы не выходят; T_2-формы – гранулы частично выходят за пределы неповрежденной цитоплазмы; T_3-формы – полностью дегранулированные виды.

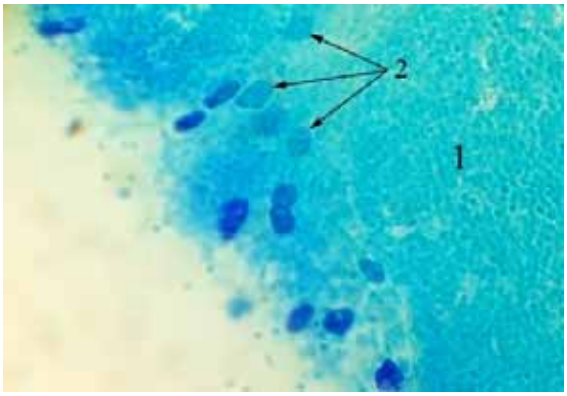


Рис. 1. ***Долька тимуса контрольных животных. Микроскоп МИКМЕД-5. Об. 60. Ок.10. 1) корковое вещество; 2) ортохромные T_0-формы тучные клетки в паренхиме тимуса***

В группе животных, употреблявших кальций, значительно увеличилась площадь долек тимуса преимущественно за счет разрастания коркового вещества (с 1,13±0,14 мм^2 до 1,88±0,20 мм^2) (табл. 1). Также увеличились площадь и количество тучных клеток. Количество клеток с незрелым и созревающим гепарином (β_1- и β_2-клетки) в междольковых септах составило 37,6 % и 49,6 % соответственно и 50,0 % и 30,6 % – в паренхиме, что

существенно отличалось от контрольной группы, в которой данные клетки составили 48,4 % и 48,4 % в септе долек, 49,2 % и 39,3 % – в паренхиме железы соответственно. Увеличилось число ортохромных тучных клеток и появились β_3-формы (табл. 2). Но в то же время произошло увеличение процента клеток с выходом гранул за пределы цитоплазмы до 26,5 % в септе. В контрольной группе такие клетки составили 10,9 % (табл. 3).

Таблица 2

Распределение тучных клеток в септе (С) и в паренхиме (П) долек тимуса по состоянию тканевых мукополисахаридов, (%)

Группа	Ортохромные		β_1		β_2		β_3	
	С	П	С	П	С	П	С	П
Контрольная	3,2	11,5	48,4	49,2	48,4	39,3	–	–
С кальцием	9,4	19,4	37,6	50,0	49,6	30,6	3,4	–
С кремнием	16,5	10,0	46,6	35,0	36,9	55,0	–	–

Таблица 3

Распределение тучных клеток в септе (С) и в паренхиме (П) долек тимуса по степени дегрануляции, (%)

Группа	T_0		T_1		T_2		T_3	
	С	П	С	П	С	П	С	П
Контрольная	79,7	75,4	6,3	9,8	3,1	6,6	10,9	8,2
С кальцием	47,9	51,6	23,9	25,8	1,7	17,7	26,5	4,9
С кремнием	41,7	72,5	35,9	27,5	18,4	–	3,9	–

У животных, употреблявших с питьевой водой кремний, наметилась лишь тенденция к увеличению средней площади долек тимуса, вместе с тем также произошло увеличение площади и количества тучных клеток. Количество клеток с созревающим гепарином (β_2) в септе было ниже, чем в контроле, в 1,31 раза, а в паренхиме – в 1,39 раза выше. Процент клеток с неповрежденной цитоплазматической мембраной и частичным выходом гранул за ее пределы повысился в 5,93 раза в септе и совсем отсутствовал в паренхиме тимуса.

Таким образом, в первой экспериментальной группе было выявлено повышение процента ортохроматичных тучных клеток в 2,94 раза и в 2,43 раза, находящихся в T_3-форме в септе, а во второй – выявлено увеличение в 5,16 раза ортохроматичных клеток и в 5,93 раза – клеток, теряющих гранулы без разрушения цитоплазматической мембраны (T_2-форма). Т. е. в междольковых септах тимуса опытных животных усиливается образование молодых тучных клеток, и при длительном приеме кремния этот процесс идет интенсивнее, но с замедлением созревания гепарина. При употреблении кальция созревание гепарина в мастоцитах ускоряется. В то же время дегрануляция тучных клеток протекает интенсивнее, чем в контроле, и при приеме кремния.

В паренхиме тимуса животных первой опытной группы наблюдалось увеличение процента ортохроматичных клеток (1,69 раза), снижение скорости созревания гепарина и повышение T_2-форм. Во второй опытной группе выявлено ускорение созревания гепарина, в то же время замечено отсутствие тучных клеток с потерей гранул.

Кальций является мобилизующим сигналом для дегрануляции тучных клеток. Процесс дегрануляции тучных клеток предуготован и осуществляется тотчас же при

поступлении кальция (Ca^{2+}) внутрь клетки, что и подтверждается в нашем опыте. Известно, что на метахромазию, т. е. степень связывания красителя с кислыми окончаниями гликозамингликана (-COO или -SO_3H группами), влияют количество самих свободных кислых радикалов, количество сульфатных радикалов, сила связи комплекса мукополисахарид – белок (в данном случае, гепарин – белок) [6], степень деполимеризации кислых мукополисахаридов и блокада реакционных центров кальцием [1].

Оценивая полученные результаты, а именно усиление метахромазии в тучных клетках паренхимы тимуса животных, употреблявших кремний, можно предположить, что кремний, являясь структурным компонентом гепарина и гепаринсульфата, выполняя роль подвижной поперечной эфирной связи (Si – O – C-полимер) как между полисахаридами, так и между протеином и полисахаридом, мог ускорить данный процесс [13]. Кроме того, имеются данные, что кремний влияет на ферментные системы, участвующие в синтезе гликозамингликанов [14]. Низкий процент тучных клеток с вышедшими за пределы цитоплазмы гранулами паренхимы (отсутствие T_2- и T_3-форм) тимуса животных данной группы, возможно, связан с тем, что кремний повышает обмен комплексов «биогенный амин – гепарин – белок» не в составе гранул, а в растворенном виде [15].

Выводы:

1) при водном поступлении кремния и кальция изменяются морфология тимуса, скорость созревания гепарина и степень дегрануляции тучных клеток;

2) кальций усиливает процесс дегрануляции тучных клеток тимуса и одновременно увеличивает процент ортохромных клеток в септе и в паренхиме;

3) кремний стимулирует пролиферацию и дальнейшее развитие тучных клеток тимуса, что проявляется в увеличении их количества и доли ортохромных тучных клеток в септе.

Резюме. В эксперименте на белых беспородных крысах с введением кремния и кальция исследовались популяции тучных клеток на разных этапах развития. Выявлено, что в септах опытных групп усиливается образование молодых тучных клеток, и в группе животных, употреблявших кремний, этот процесс идет интенсивнее, но с замедлением созревания гепарина. В группе животных, употреблявших кальций, созревание гепарина идет быстрее. В то же время, в группе с кальцием дегрануляция тучных клеток протекает интенсивнее, чем в контрольной и второй опытной группах.

В паренхиме тимуса животных первой опытной группы наблюдались увеличение процента ортохроматичных клеток, снижение скорости созревания гепарина и повышение количества тучных клеток с неповрежденной цитоплазматической мембраной с частичным выходом гранул. Во второй опытной группе выявлено ускорение созревания гепарина при отсутствии клеток с потерей гранул. Полученные результаты имеют непосредственное отношение к проблемам иммунофармакологии микро- и макроэлементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авцын, А. П.* Принципы и методы гисто-цитохимического анализа в патологии / А. П. Авцын, А. И. Струкова, Б. Б. Фукса. – Л. : Медицина, 1971. – 368 с.

2. *Бережная, Н. М.* Тучные клетки и гистамин / Н. М. Бережная, Р. И. Сепиашвили // Аллергология и иммунология. – 2003. – Т. 4. – № 3. – С. 64–70.

3. *Бирюкова, Т. И.* Морфофункциональная характеристика тучных клеток тимуса потомства крыс с экспериментальным заражением D-галактозоаминовым поражением печени / Т. И. Бирюкова, Г. В. Брюхин, А. А. Федосов // Морфология. – 2008. – Т. 133. – № 2. – С. 19.

4. *Быков, В. И.* Развитие и гетерогенность тучных клеток / В. И. Быков // Морфология. – 2000. – Т. 117. – № 2. – С. 86–89.

5. *Гордон, Б. М.* Цитобиоаминная система тимуса и адаптация / Б. М. Гордон. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2000. – 242 с.

6. *Пирс, Э.* Гистохимия. Теоретическая и прикладная / Э. Пирс. – М. : Изд-во иностр. литер., 1962. – С. 225–236.

7. *Сапожников, С. П.* Влияние эколого-биогеохимических факторов среды обитания на функциональное состояние и здоровье населения Чувашии : автореф. дис. … д-ра мед. наук : 03.00.13, 14.00.07 / С. П. Сапожников. – М., 2001. – 32 с.

8. *Сарилова, И. Л.* Морфофункциональная характеристика структур тимуса при экспериментальной тестоктемии : автореф. дис. … канд. мед. наук : 03.00.25 / И. Л. Сарилова. – Саранск, 2009. – 26 с.

9. *Сергеева, В. Е.* Люминесцентно-гистохимическая характеристика ранней реакции моноаминсодержащих структур тимуса на антигенные воздействия / В. Е. Сергеева, Д. С. Гордон. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 1992. – 351 с.

10. *Спирин, И. В.* Морфофункциональная характеристика биоаминсодержащих структур тимуса при введении соматотропного гормона : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 03.00.25 / И. В. Спирин. – Саранск, 2007. – 27 с.

11. *Ястребова, С. А.* Механизмы гидрокортизонной иммуномодуляции биоаминной клеточной системы тимуса / С. А. Ястребова, В. Е. Сергеева. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2000. – 83 с.

12. *Activation* of murine macrophages by silica particles in vitro is a process independent of silica induced cell death / E. Claudio et al. // Am. J. Respir. Cell Mol. Biol. – 1995. – Vol. 13. – № 5. – P. 547–554.

13. *Birshall, J. D.* New trends in bio-inorganic chemistry / J. D. Birshall. – London, 1978. – P. 209–252.

14. *Carlisla, E. M.* A metabolic role for silicon in cartiage growth / E. M. Carlisla // Trace Elem. Man and Anim. – London, 1985. – P. 128–132.

15. *Dvozak, A. M.* Ultrastructural analysis of human mast cell and basophils / A. M. Dvozak // Chem. Jmmunol. – 1995. – Vol. 61. – P. 1–33.

УДК 681.3.07

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF THE COMPLEX MONITORING OF WATER OBJECTS OF THE CHUVASH REPUBLIC

Ю. Н. Егорова, А. Ю. Антонов, О. А. Егорова

Y. N. Egorova, A. Y. Antonov, O. A. Egorova

Волжский филиал ГОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», г. Чебоксары
ГОУ ВПО Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна», г. Москва
ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. В рамках научно-исследовательской работы (НИР) «Создание системы комплексного мониторинга водных объектов ЧР, включая Чебоксарское водохранилище» ведется разработка автоматизированной системы мониторинга. В результате была реализована центральная информационная система комплексного мониторинга водных объектов ЧР, состоящая из двух частей: хранилища данных и источника данных от организаций, участвующих в мониторинге.

Abstract. The elaboration of the automatic system of monitoring is made in the research work «Creation of the system of complex monitoring of water objects of the Chuvash Republic including Cheboksary reservoir». The central information system of complex monitoring of water objects of the Chuvash Republic has been made as a result of the research work, consisting of two parts: information base and data source about the organizations taking part in the monitoring.

Ключевые слова: *автоматизированная информационная система комплексного мониторинга водных объектов Чувашской Республики, центральная информационная система, периферийная информационная система, геоинформационная система.*

Keywords: *automated information system of the complex monitoring of water objects of Chuvash Republic, central information system, peripheral information system, geoinformation system.*

Актуальность исследуемой проблемы. Автоматизированные системы управления (АСУ) нашли широкое применение во всех отраслях экономики. Созданы и функционируют несколько тысяч АСУ различного класса и назначения.

Создание АСУ связано с анализом объекта управления, выбором критериев управления, определением структуры и функций системы. Параметры функций управления определяются особенностями объекта. Отдельные функции подлежат автоматизации на базе комплекса технических средств (КТС) [1, 49].

Принципы построения системы обработки информации и вопросы их автоматизации оказались общими для большого круга систем в различных областях человеческой деятельности. Такая возможность появилась в результате развития средств вычислительной техники, повышения ее производительности, упрощения общения человека с этими системами, широкого использования автоматизации, сокращения затрат на эти действия. Степень участия человека в управлении организацией определяется характером и условиями ее работы и уровнем автоматизации системы [2, 37], [3, 119].

Архитектура разработанной ранее автоматизированной системы мониторинга имела существенные недостатки:

– не предусмотрен автоматический обмен данными между системами;

– не обеспечивается сохранение конфиденциальности, целостности и достоверности передаваемых данных;

– центральная информационная система (ЦИС) и периферийная информационная система (ПИС) не предусматривают системы защиты данных;

– не производится контроль входных данных;

– ПИС построена на основе локальной базы данных (БД) формата Access, которая не предусматривает возможность развертывания этой БД на сервере;

– отсутствие справочной службы для пользователя;

– морально устаревшие технологии разработки.

В этой связи целью нашей работы явилось спроектировать и разработать автоматизированную информационную систему комплексного мониторинга водных объектов ЧР (АИС КМВО ЧР), формирующую единую информационную БД с распределенной системой сбора и хранения данных.

Материал и методика исследований. Для решения этой проблемы на кафедре автоматизированных систем управления Волжского филиала Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (г. Чебоксары) разработана автоматизированная информационная система комплексного мониторинга водных объектов Чувашской Республики. Данная система позволяет систематизировать информацию о качестве природных вод.

Разработанная система осуществляет следующие функции:

1) сбор данных по организациям с помощью загрузки в ЦИС XML-файлов, подготовленных организациями в их ПИС;
2) хранение данных;
3) анализ соответствия результатов замеров установленным нормам;
4) подготовку отчетов.

Разрабатываемая АИС КМВО ЧР построена на основе группы масштабируемых технологий компании Microsoft, а именно MS SQL Server, Windows и NET. Для увеличения производительности сервера необходимо наращивать мощность аппаратного обеспечения для работы SQL Server, сервер БД под управлением ОС Windows Server и СУБД MS SQL Server 2008.

Результаты исследований и их обсуждение. К разрабатываемой АИС КМВО ЧР были выдвинуты следующие требования:

- распределенная система сбора и хранения данных должна предусматривать возможность автоматической пересылки данных ПИС по защищенным каналам на сервер ЦИС;

• локальная независимость, т. е. все узлы распределенной системы должны быть независимы друг от друга и легко переводиться в автономный режим работы. Под узлом следует понимать любую БД, накапливающую информацию о качестве водных ресурсов. Кроме того, все операции в рамках узла должны быть подконтрольны этому узлу и не зависеть от состояния или иным образом от других узлов распределенной системы. При этом локальные данные должны храниться и обслуживаться на своем узле в локальной базе данных, подчиняться действующим на этом узле правилам и ограничениям, быть доступными в рамках политики безопасности, действующей на локальном узле, в базе данных, иметь локальное управление, аудит и администрирование. При обращении к данным из других узлов распределенной системы, данные должны сохранять свою локальную принадлежность;

- логический контроль вводимых данных;
- конфиденциальность данных;
- эргономичность;
- открытость архитектуры автоматизированной информационной системы (АИС);
- масштабируемость системы.

На рис. 1 представлена обобщенная архитектура разрабатываемой АИС КМВО ЧР.

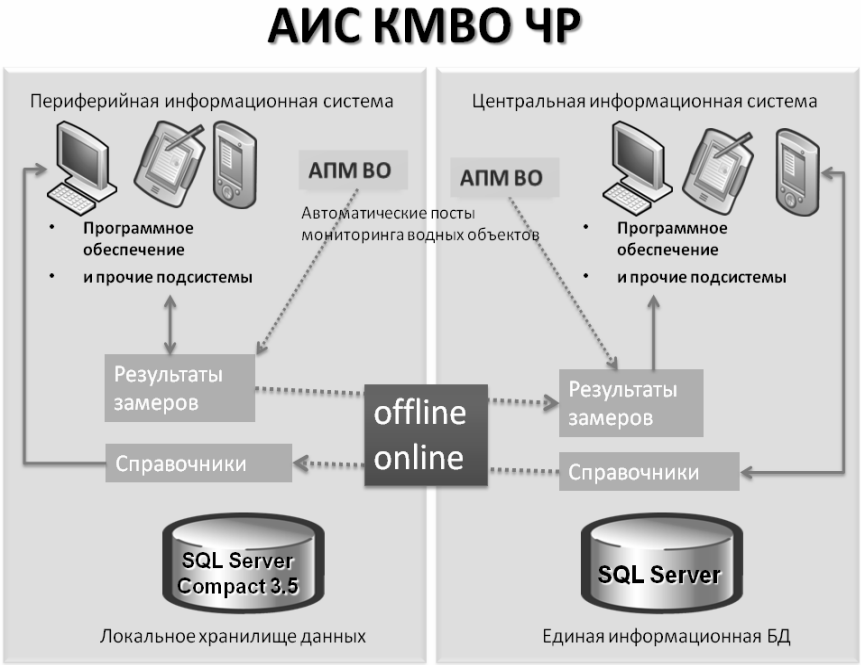


Рис. 1. ***Обобщенная архитектура АИС КМВО ЧР***

ЦИС и ПИС построены по принципам клиент-серверной архитектуры, а в целом АИС является распределенной системой обработки данных, поэтому применяются технологии создания многоуровневых приложений. Типичное многоуровневое приложение включает уровень представления, средний уровень и уровень данных. Например, уровень

представления может быть приложением Windows, сайтом либо любой другой средой, предоставляющей возможности ввода и отображения данных, тогда как логика доступа к данным может быть представлена на среднем уровне. Это позволяет организовывать доступ клиентов к БД удаленно, указав имя и адрес сервера, на котором зарегистрированы сервисы среднего уровня. Средний уровень может предоставлять общие службы приложений, такие как службы аутентификации, авторизации и персонализации, может осуществлять проверку данных и бизнес-правил и т. д. Разделение АИС на разные уровни увеличивает эксплуатационную надежность и масштабируемость системы. Это осуществляется за счет возможности применения новых технологий к какому-либо одному уровню без необходимости изменять все решение в целом.

На рис. 2 представлена многоуровневая архитектура разрабатываемой АИС КМВО ЧР.

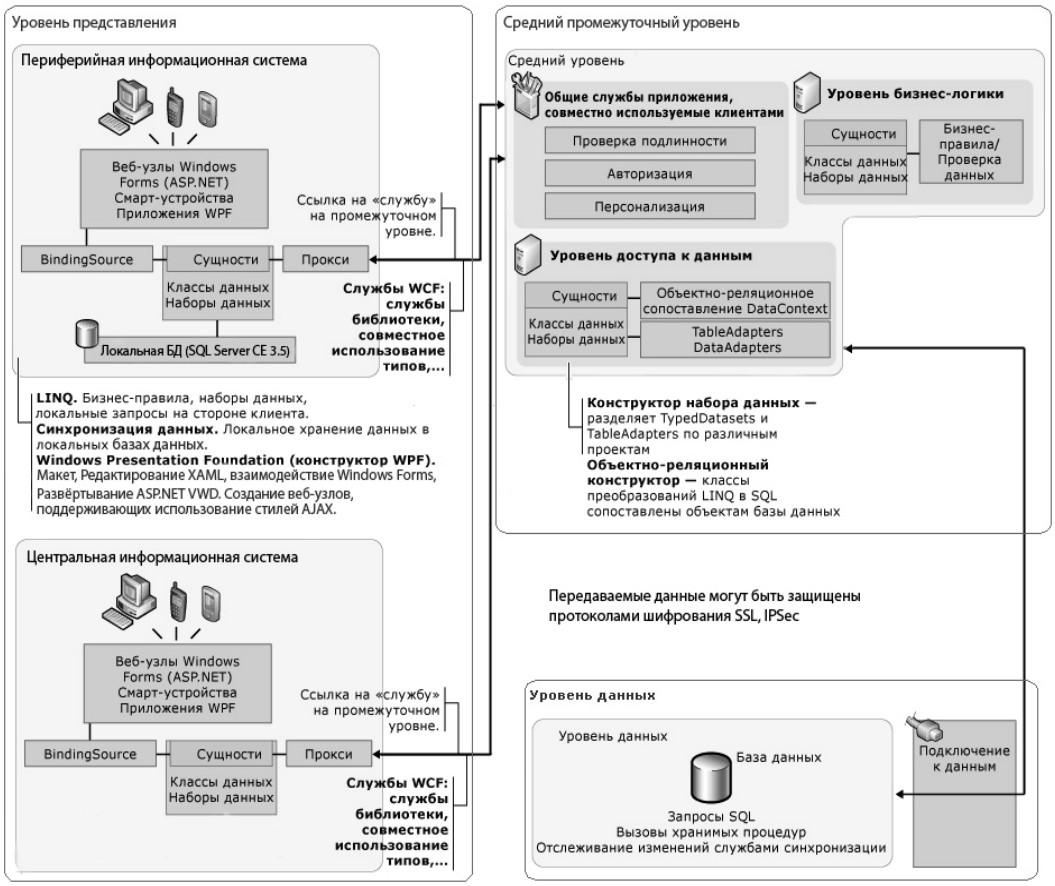


Рис. 2. ***Многоуровневая архитектура АИС КМВО ЧР***

Минимальные требования, предъявляемые к программному обеспечению АИС КМВО ЧР, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Минимальные требования, предъявляемые к программному обеспечению АИС

Программное обеспечение сервера	OS Windows XP SP2; MS SQL Server 2008 Express (бесплатная версия)
Программное обеспечение клиента	OS Windows XP SP2
Локальная сеть или Интернет	Ethernet 10/100 Mbit

Предлагаемые решения позволяют сохранить существующую модель работы системы мониторинга и закладывают в архитектуру возможности масштабирования системы, перехода на автоматический режим сбора и обработки данных. Функциональные возможности АИС можно расширять путем разработки и внедрения различных подсистем, которые могут в качестве источника данных использовать локальное хранилище данных ПИС либо сервер ЦИС. SQL Server Compact Edition 3.5, используемый в качестве локальной БД ПИС, поддерживает стандартный синтаксис языка SQL, а также модель разработки и интерфейс API, соответствующие используемым в ПО SQL Server 2000 и более поздних версиях.

В рамках поставленной задачи реализована подсистема интеграции с геоинформационной системой (ГИС) Panorama 2005 для построения трехмерной матрицы слоев. Она позволяет определить распространение и концентрацию загрязняющего вещества в пределах водной экосистемы. Подсистема подготавливает исходные данные и легенду матрицы слоев, на основании которых строится матрица слоев в ГИС Panorama 2005. Матрица слоев представляет собой регулярный массив значений абсолютной высоты (в случае с водными объектами абсолютная высота не превышает нулевой отметки, т. е. поверхности) и мощностей слоев. Мощность слоя определяет толщину соответствующего слоя, или, другими словами, расстояние от верхнего до нижнего уровня в метрах. Под верхним и нижним уровнями необходимо подразумевать значения замеров, например, от 1 до 1,1 ПДК – один слой, от 1,1 до 1,2 ПДК – другой слой и т. д. Т. е. мощность слоя показывает, с какой и по какую глубину значение концентрации вещества будет попадать в диапазон от 1 ПДК до 1,1 ПДК для одного слоя, от 1,1 до 1,2 ПДК – для другого и т. д. Для вычисления мощностей слоев применяются математические формулы, сложные алгоритмы обработки и сортировки двумерных динамических массивов, содержащие значения замеров. Трехмерная матрица слоев в ГИС Panorama предоставляет возможности визуализации для наглядного графического представления результатов замеров, а также позволяет осуществлять расчеты.

На рис. 3 представлена трехмерная матрица слоев, построенная в ГИС Panorama 2005 на основе подготовленных в подсистеме исходных данных и легенды матрицы слоев.

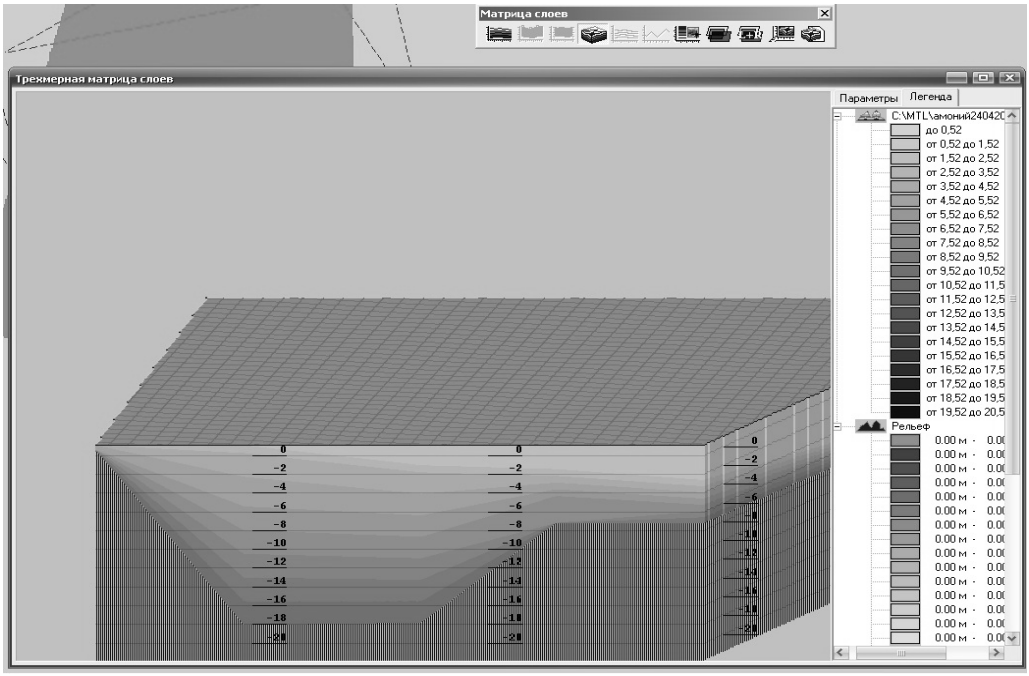


Рис. 3. ***Трехмерная матрица слоев***

Резюме. Внедрение в практику рассмотренной выше автоматизированной информационной системы комплексного мониторинга водных объектов позволит оперативно и достоверно оценивать степень загрязненности водных объектов Чувашской Республики, прогнозировать, моделировать и предупреждать чрезвычайные ситуации, выявлять источники загрязнения и принимать превентивные меры по экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Будихин, А. В.* Проектирование и использование банков данных в АСУ / А. В. Будихин, А. Б. Николаев, Г. С. Резников. – М. : Б. и., 1988. – 190 с.
2. *Николаев, Б. А.* Автоматизированные системы обработки информации и управления на автомобильном транспорте / Б. А. Николаев. – М. : Академия, 2003. – 224 с.
3. *Хетагуров, Я. А.* Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ) / Я. А. Хетагуров. – М. : Высшая школа, 2006. – 223 с.

УДК 641.742

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

PECULIARITIES OF APPLICATION OF LIQUID GLASS MIXTURES

И. Е. Илларионов, Н. В. Петрова

I. E. Illarionov, N. V. Petrova

Чебоксарский политехнический институт (филиал)
ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет» г. Чебоксары

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический
университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Рассмотрены свойства жидкого стекла и жидкостекольных смесей, диаграмма состояния системы Na_2O-SiO_2, изменение плотности, вязкости жидкого стекла в зависимости от модуля и содержания твердых веществ и пути улучшения связующей способности прочности и выбиваемости жидкостекольных смесей.

Abstract. Properties of liquid glass and liquid glass mixes, the diagram of condition of system Na_2O-SiO_2, change of density, viscosity of liquid glass depending on the module and the maintenance of firm substances and ways of improvement of binding ability of durability and knockout of liquid glass mixes are considered.

Ключевые слова: *холоднотвердеющие смеси, «идеальное» связующее, жидкое стекло, жидкостекольные смеси, силикат-глыбы, вязкость, плотность, модуль, свойства силикатов, добавки к жидкому стеклу.*

Keywords: *cold-box process mixes, «ideal» binding, liquid glass, liquid glass mixes, silicates-blocks, viscosity, density, the module, properties of silicates, additives to liquid glass.*

Актуальность исследуемой проблемы. Главная проблема при внедрении жидкостекольных смесей – улучшение выбиваемости и регенерируемости. Проблема выбиваемости жидкостекольных смесей до сих пор остается нерешенной. В связи с вышеизложенным целесообразно стремиться к разработке «идеальных» связующих, к которым могут быть предъявлены следующие требования: твердение при комнатной температуре; минимальная затрата энергии для формообразования; совместимость смесей для изготовления стержней и форм; возможность механизации изготовления стержней и форм; исключение необходимости специальной обработки литейной оснастки; нечувствительность к качеству и температуре песка; повторное использование смесей; легкая выбиваемость и регенерируемость; высокая прочность и стабильность свойств стержней и форм при температуре заливки; возможность получения поверхности отливки высокого качества без применения противопригарных покрытий; отсутствие газов, запахов и вредных выделений на всех переделах; экономичность и доступность; обеспечение возможности автоматизации смесеприготовления.

Ни одна из систем связующих этим требованиям полностью не удовлетворяет. Дальнейшее совершенствование производства связующих, технологии и оборудования расширит область использования новых процессов и, возможно, сократит сырую формовку.

Трудно предсказать, какая из систем связующих будет доминировать в будущем. Применение фурановых связующих в последние годы ограничивается высокой стоимостью и дефицитностью фурилового спирта, а смесей на основе фенольно-изоцианатной системы – экологическими проблемами. Поэтому вновь возрос интерес к неорганическим связующим и, в частности, к жидкому стеклу. Преимущества жидкостекольных смесей заключаются в их нетоксичности, негорючести, доступности и невысокой стоимости. Они не дымят и не имеют побочных эффектов при их промышленном использовании. По сравнению с ними такие связующие, как, например, эфиры, огнеопасны, их точка воспламенения выше 60 °С, при прямом контакте вызывают раздражение кожи.

Отверждение смесей с жидким стеклом происходит вследствие гелеобразования, в результате чего возникают прочные когезионные связи в самом связующем и адгезионные – в самом зерне песка.

Указанный эффект может быть достигнут в случаях: уменьшения содержания воды в жидком стекле; снижения значения водородного показателя pH или повышения модуля (М) жидкого стекла. Но жидкие стекла с высоким модулем придают смесям более низкую прочность, чем низкомодульные, и поэтому редко применяются. Низкомодульные жидкие стекла позволяют достичь более высокого значения прочности смесей, но для образования связей между зернами песка требуется ускорение процесса отверждения за счет внешнего химического воздействия. Изменение значения водородного показателя pH путем введения кислых материалов в виде соли или газа, а иногда совместное введение гидратирующих материалов, связующих, воды, успешно используется в практике изготовления смесей холодного отверждения. Гелеобразование при действии хлористого кальция, сульфата аммония или углекислого газа происходит почти мгновенно. Другие материалы, такие как двухкальциевые силикаты и органические эфиры, действуют медленнее, и возможности регулирования процесса отверждения жидкостеколной смеси при этом шире [1].

Материал и методика исследований. Исходным материалом для изготовления жидкого стекла служит силикат-глыба, т. е. растворимый силикат натрия (реже калий). В промышленности жидкое стекло из силикат-глыбы получают тремя способами: 1) растворением в котле, куда заливают кипящую воду и засыпают силикат-глыбу с крупностью помола до 0,8 мм; происходит непрерывное кипение и перемешивание; способ малопроизводительный; 2) варки жидкого стекла в стационарном автоклаве при давлении пара $(3-8)\cdot 10^5$ Н/м²; повышенное давление заметно ускоряет процесс; при этом используется силикат-глыбы с размером частиц до 100 мм; 3) варки жидкого стекла во вращающемся автоклаве; данный способ является самый производительный.

Результаты исследований и их обсуждение. Основными причинами исследования жидкого стекла и жидкостекольных смесей является их доступность, дешевизна и экологичность. Жидкое стекло представляет собой водный раствор силикатов щелочных металлов натрия (реже калия) различного состава: $Na_2O\cdot nSiO_2$ и $K_2O\cdot nSiO_2$. Эти химические соединения легко образуют сплавы между собой и со свободным кремнеземом. Силикат-глыба получается путем сплавления соды Na_2CO_3, поташа K_2CO_3 или сульфата натрия Na_2SO_4 с кремнеземом при температуре 1400-1500 ºС. В зависимости от того, какие соединения (Na_2CO_3 или Na_2SO_4) используются для получения силикат-глыбы, она называется содовой или сульфатной.

При получении силикат-глыбы протекают реакции:

$$Na_2CO_3 + nSiO_2 = Na_2O \cdot nSiO_2 + CO_2 \uparrow$$

$$Na_2SO_4 + nSiO_2 = Na_2O \cdot nSiO_2 + SO_3 \uparrow$$

Жидкую массу подвергают грануляции.

По ГОСТу 13079-93 силикат-глыбы подразделяют на содовую и сульфатную, а каждую из них – на марки А, Б и В (табл. 1).

Диаграмма состояния системы $Na_2O - SiO_2$ представлена на рис. 1. Содержание кремнезема в силикате натрия (силикат-глыбе) изменяются от 62,6 до 74,4 %. Указанная область концентрации включает две эвтектики с температурами плавления 864 и 793 ºС при содержании кремнезема соответственно 62,1 и 73,9 %. При температуре 874 ºС образуется химическое соединение $Na_2O \cdot 2SiO_2$ – бисиликат натрия с содержанием 65,96 %. Из других химических соединений следует отметить ортосиликат натрия $2Na_2O \cdot SiO_2$ и метасиликат натрия $Na_2O \cdot SiO_2$.

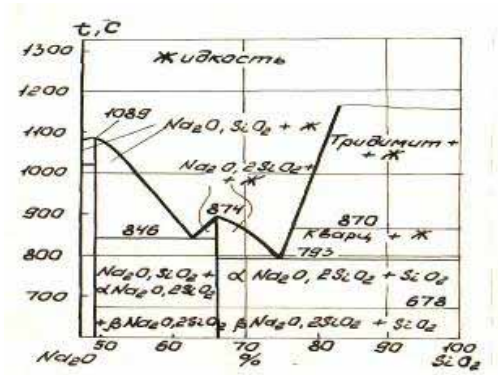


Рис. 1. ***Диаграмма состояния системы Na_2O-SiO_2***

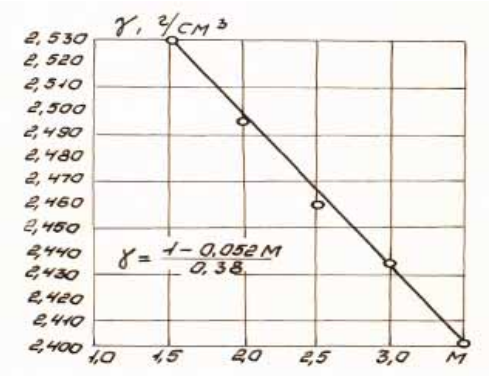


Рис. 2. ***Зависимость средней плотности γ от модуля M силикат-глыбы***

Таблица 1

Характеристика силикат-глыбы

Наименование показателя	Обозначение марки		
	А	Б	В
Массовая доля SiO_2, %	62,6…65,6	65,7…68,0	68,1…74,4
Массовая доля Na_2O, %	29,4…32,4	27,0…29,3	25,6…26,9
Модуль (*M*)	2,0…2,30	2,31…2,60	2,61…3,0

Содовое жидкое стекло почти прозрачно или имеет желтовато-зеленоватый цвет, а сульфатное – черного цвета. В промышленности жидкое стекло представляет также смешанное сульфатно-содовое стекло грязно-серого цвета. На сульфатном стекле прочность жидкостекольных смесей меньше на 10–15 %. Поэтому предпочтительно использовать содовое жидкое стекло.

Жидкое стекло образовано солями очень слабой кремниевой кислоты, которая легко вытесняется многими растворителями в воде (сильными минералами и органическими кислотами). При этом образуется коллоидный осадок силикагеля. Добавление едкого натра никаких химических изменений не вызывает. Оксиды щелочно-земельных металлов (CaO, MgO, BaO) вызывают быстрое затвердевание жидкого стекла.

Многие органические вещества, как ацетон, альдегиды, фенол, вызывают коагуляцию жидкого стекла. В то же время другие органические добавки (тростниковый сахар, глюкоза, глицерин, декстрин, битум) не вызывают коагуляции жидкого стекла.

Жидкое стекло в зависимости от модуля замерзает при температурах от -2 до -11 ºС, температура кипения – от 100,5 до 102,0 ºС.

В растворе жидкого стекла содержатся: метасиликат $Na_2O \cdot SiO_2$ или бисиликат $Na_2O \cdot 2SiO_2$, имеются ионы Na^{2+} и $(SiO_3)^{2-}$ или $(Si_2O_5)^{2-}$. Жидкое стекло с низким модулем можно представить как идеальный раствор, содержащий ионы моносиликата $(SiO_4)^{4-}$ и бисиликата $(Si_2O_5)^{2-}$, а в высокомодульном – повышенное содержание SiO_2 в коллоидной форме.

Вследствие гидролиза в жидком стекле всегда имеются ионы H^+ и OH^-. Кремниевые кислоты являются слабыми, и поэтому в малой степени диссоциированными. В жидком стекле ионы OH^- всегда находятся в избытке, из-за чего оно имеет характерную щелочную реакцию (pH=12–14).

Растворы силикатов натрия стабильны только при высоком pH, снижение его приводит к быстрому гелеобразованию. Этот механизм используется при разработке самотвердеющих смесей. При высоком pH добавление, например, эфира приводит к гидролизу.

По ГОСТу 13078-81 жидкое стекло характеризуется показателями табл. 2.

Таблица 2

Характеристика жидкого стекла по ГОСТу 13078-81

Наименование показателя	Обозначение марки		
	А	Б	В
Содержание SiO_2, %	28,2…31,6	29,6…32,8	30,7…34,0
Содержание Na_2O, %	14,2…14,6	13,0…13,2	11,8…12,1
Модуль (*M*)	2,0…2,3	2,31…2,6	2,61…3,0
Плотность, г/см^3	1,48…1,52	1,47…1,51	1,47…1,5

Основными свойствами жидкого стекла являются модуль и плотность. Модуль жидкого стекла представляет собой отношение массовой доли кремнезема к массовой доле оксида натрия и определяется по формуле:

$$M = \frac{SiO_2}{Na_2O} \times 1{,}032,$$

где SiO_2 и Na_2O – содержание оксидов в процентах; коэффициент 1,032 – отношение молекулярных масс оксидов натрия и кремнезема.

Аналогично: $M = \frac{SiO_2}{K_2O} \times 1{,}568$,

где 1,568 – отношение молекулярных масс K_2O и SiO_2. Атомная масса натрия – 22,99, калия – 39,1, кислорода – 16, кремния – 28,09.

Модуль жидкого стекла можно определить по значениям pH стандартного раствора (50 г дистиллированной воды, 1 мл 30 %-й *HCl* и 3 г жидкого стекла плотностью 1,48 г/см^3) по формуле: *M=5,36–0,275 pH.*

В практике часто приходится менять модуль жидкого стекла. При этом расчет производится следующим образом. Допустим, что исходное жидкое стекло содержит 31,4 % SiO_2 и 12,0 % Na_2O. Следовательно, в 100 г жидкого стекла имеется 31,4 г SiO_2 и 12,0 г Na_2O.

Модуль исходного жидкого стекла: $M = \frac{31{,}4}{12{,}0} \times 1{,}032 = 2{,}7$.

Для получения жидкого стекла с модулем, например 2,6, необходимо иметь оксиды натрия в количестве $\frac{314 \times 1{,}032}{2{,}6} = 125$ г на 1 кг жидкого стекла.

Так как в 1 кг исходного жидкого стекла содержится 120 г оксида натрия, то требуется добавить дополнительно оксида натрия 125-120=5 г на 1 кг жидкого стекла. Указанное количество вводится в виде едкого натра. В пересчете на едкий натр количество последнего составит: $5 \times \frac{80}{62} = 6{,}45$ г,

где 62 – относительная молекулярная масса оксида натрия; 80 – удвоенная относительная молекулярная масса едкого натра.

При применении едкого натра в виде 10 %-го водного раствора его количество составит 64,5 г.

На практике рекомендуется пользоваться табл. 3.

Концентрацию приготовленного раствора едкого натра контролируют по плотности с помощью ареометра (табл. 3).

Таблица 3

Расчет массы 10 %-го раствора едкого натра на 1 кг жидкого стекла

Исходный модуль жидкого стекла	Na_2O, г	Требуется добавить Na_2O, г	Требуется добавить NaOH, г	Требуется добавить 10 %-го водного раствора NaOH г/кг жидкого стекла
2,7	120	–	–	–
2,6	125	5	6,45	64,5
2,5	130	10	12,9	129
2,4	135	15	19,3	193
2,3	142	22	28,3	283
2,2	148	28	36,1	361
2,1	151	34	43,9	439
2,0	162	42	54,1	541

Модуль жидкого стекла при добавлении *NaOH* можно определить по формуле:

$$M = \frac{SiO_2}{Na_2O + \frac{62}{80} NaOH} \times 1{,}032,$$

где *NaOH* – масса сухого едкого натра в граммах на 100 г жидкого стекла; 62 – относительная молекулярная масса Na_2O; 80 – удвоенная относительная молекулярная масса *NaOH*.

Приведенные в табл. 3 данные рассчитаны на 1 кг жидкого стекла.

Численные значения модуля и плотности (табл. 4) зависят от химического состава жидкого стекла.

Таблица 4

Зависимость плотности от концентрации раствора

Плотность раствора, г/см	Содержание едкого натра NaOH	
	в 100 г раствора	в 1 л раствора
1,45	42	608,7
1,47	44	646,1
1,49	46	687,2
1,51	48	723,1

С достаточной для практики точностью можно считать жидкое стекло состоящим из трех компонентов: Na_2O (или K_2O), SiO_2 и H_2O, т. е. $Si_2O + Na_2O + H_2O = 100$.

Плотность жидкого стекла определяется, главным образом, содержанием воды (обратная зависимость). Определенное влияние на плотность жидкого стекла оказывает его модуль: с увеличением модуля снижается плотность жидкого стекла. Указанная зависимость известна также и для силикат-глыбы (рис. 2). Модуль применяемого в литейном производстве жидкого стекла изменяется в переделах от 2 до 3, а плотность – от 1,47 до 1,51 г/см^3.

В некоторых странах Западной Европы плотность жидкостей измеряется в градусах по Бомэ (ºВе).

Пересчет производится по формулам:

$$г = \frac{144{,}3}{144{,}3 - {}^0Be}; \qquad г = \frac{144{,}3}{144{,}3 + {}^0Be};$$

$${}^0Be = \frac{г - 1}{г} \times 144{,}3; \qquad {}^0Be = \frac{1 - г}{г} \times 144{,}3.$$

Разработан ускоренный метод определения модуля жидкого стекла при участии А. М. Московенко.

Между вязкостью и модулем жидкого стекла существует определенная зависимость, которая практически используется в описанном методе. Эта зависимость выражается эмпирической формулой:

$$M = 3{,}175 - \frac{135(г - 1{,}385)}{ф},$$

где *M* – модуль жидкого стекла; *γ* – плотность по показаниям ареометра, г/см^3;
τ – продолжительность истечения 400 г жидкого стекла, с.

Вязкость жидкого стекла определяют с помощью стеклянной воронки с диаметром выпускного отверстия 8,5 мм. В воронку наливают 400 г жидкого стекла с заранее измеренной плотностью. Далее с помощью секундомера находят продолжительность истечения жидкого стекла. Метод прост, доступен, на определение вязкости затрачивается около 2 мин. Точность определения ±0,03.

Обращается внимание на необходимость контроля температуры жидкого стекла, которая оказывает влияние на вязкость (табл. 5).

Таблица 5

Вязкость жидкого стекла при различных температурах

Модуль	Вязкость жидкого стекла, МПа с, при температуре, ^{0}С						
	1	6	10	15	20	25	30
2,8	110	90	70	44	24	19	17
2,6	54	47	38	27	18	12	10
2,4	40	36	30	21	13	10	9
2,2	32	29	25	16	12	9	8,4

Вязкость рекомендуется измерять при температуре 25 ^{0}С. Повышение температуры выше 25 ^{0}С несколько сглаживает влияние модуля на вязкость. Жидкое стекло перед испытанием помещают в холодильник с заданной температурой. Ускоренный метод определения модуля жидкого стекла по значениям вязкости рекомендуется применять во всех литейных цехах, использующих жидкое стекло в качестве связующего для форм и стержней.

Чем выше модуль, тем больше вязкость жидкого стекла. На рис. 3 и 4, в табл. 6 показано изменение вязкости и содержания твердых веществ в зависимости от модуля жидкого стекла.

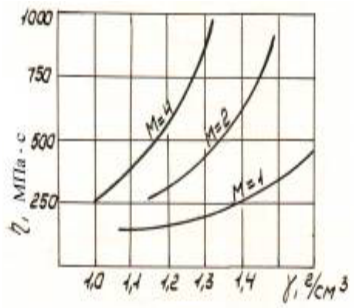


Рис. 3 . ***Изменение вязкости жидкого стекла в зависимости от содержания твердых веществ (цифры у кривых) и модуля М***

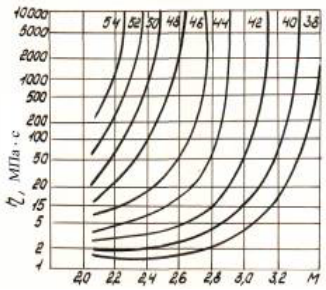


Рис. 4. ***Взаимосвязь между вязкостью и средней плотностью жидкого стекла***

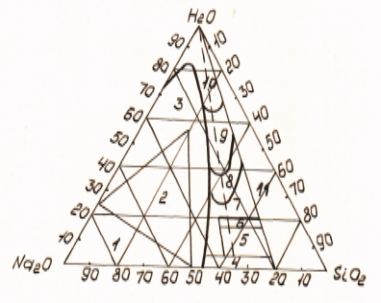


Рис. 5. ***Диаграмма состояния тройной системы Na_2O-SiO_2-H_2O***

Взаимосвязь динамической η и кинематической υ вязкостей определяется по формуле: $x = \frac{з}{г}$,

где υ – кинематическая вязкость, см²/с; γ – плотность жидкого стекла, г/см^3, η – динамическая вязкость, МПа·с.

Таблица 6

Вязкость жидкого стекла

Содержание		Химический состав, %				Средняя плотность при 20 ^{0}C, г/см^3	Динамическая вязкость при 20 ^{0}C, МПа·с
SiO_2 массовое	Na_2O молярное	Na_2O	SiO_2	Сумма твердых веществ	H_2O		
2,0	2,05	15,2	30,4	45,6	54,4	1,56	800
2,5	2,6	12,45	31,1	43,55	56,45	1,50	400
2,9	3,0	9,15	26,4	35,55	64,45	1,375	100
3,3	3,4	8,8	29,0	37,8	62,2	1,395	250/500
1,6	1,65	18,2	29,1	47,3	52,7	1,57	1400
2,0	2,06	16,6	33,2	49,8	50,2	1,59	4500
2,0	2,06	14,0	28,1	42,1	57,9	1,52	200
2,8	2,89	11,6	32,4	44,0	56,0	1,54	1750
2,0	2,06	15,0	30,0	45,0	55,0	1,55	380
2,0	2,06	14,7	29,4	44,1	55,9	1,54	350
2,4	2,48	13,7	32,9	46,6	53,4	1,57	1600
2,38	2,46	13,9	33,1	47,0	53,0	1,57	1700
2,4	2,48	13,8	33,1	46,9	53,1	1,57	1700
2,87	2,98	11,1	32,0	43,2	56,8	1,50	–
2,54	2,62	12,8	32,6	45,5	54,5	1,54	1120
3,22	3,32	8,2	26,4	36,4	63,6	1,36	60
3,75	3,87	6,7	25,3	32,0	68,0	1,32	220
1,8	1,86	13,4	24,1	37,5	62,5	1,45	60
1,6	1,65	19,5	31,2	50,7	49,3	1,68	7000
2,0	2,06	18,0	36,0	54,0	46,0	1,69	70000

Значения поверхностного напряжения жидкого стекла и краевого угла смачивания на чистой кварцевой пластине приведены в табл. 7.

Таблица 7

Поверхностные свойства жидкого стекла при 17 ^{0}C

Химический состав, %			γ, г/см^3	Модуль *M*	*σ*, 10-7 Дж/см^2	*θ* к кварцу	*Cos θ*
Na_2O	SiO_2	H_2O					
1	2	3	4	5	6	7	8
11,5	30,8	57,7	1,49	2,76	76,5	$23^0 33'$	0,92
12,2	33,6	54,3	1,47	3,76	71,0	$12^0 37'$	0,98
13,1	35,7	51,2	1,45	2,76	71,5	$11^0 5'$	0,98
12,0	30,8	57,2	1,48	2,63	76,5	$9^0 37'$	0,99
12,7	33,5	53,8	1,47	2,63	78,0	$9^0 46'$	0,99
13,9	35,7	50,7	1,45	2,63	75,0	$8^0 6'$	0,99
12,9	30,8	56,3	1,49	2,46	80,0	$13^0 35'$	0,97
13,7	33,6	52,7	1,47	2,46	78,0	$6^0 49'$	0,99
14,3	35,4	50,3	1,45	2,46	72,9	$5^0 44'$	0,99

Если кварцевую пластину припылить глиной, то θ=150°, а если марганцевой рудой – θ=120°.

С увеличением модуля и плотности увеличиваются θ и σ.

В литейном производстве применяются ограниченные сорта жидких стекол. На рис. 5 представлена тройная диаграмма фазовых превращений жидкого стекла, где: 1 – безводные ортосиликаты и смесь их с Na_2O; 2 – кристаллические щелочные силикаты; 3 – частично закристаллизованная смесь; 4 – стекла; 5 – гидратированные стекла; 6 – гидратированные жидкости; 7 – полутвердая фаза; 8 – вязкие жидкости; 9 – обычные растворы; 10 – разбавленные растворы; 11 – нестабильные жидкости и гели.

Жидкое стекло распределяется на большей поверхности зерен песка (около 100 см^2 на 1 кг) и может быстро испаряться. Скорость испарения в смеси ограничена из-за малого доступа воздуха и небольшого межзернового пространства. При принудительной продувке воздуха или при нагреве испарение может быть полным. При понижении влаги жидкое стекло сначала превращается в вязкую жидкость, затем в полутвердую и, наконец, в дегидратированную. При дальнейшем снижении содержания воды может быть получено гидратированное, а затем обычное стекло. Силикаты с высоким модулем проходят эти превращения быстрее. Практически при твердении формовочных смесей последние стадии не происходят, так как достаточно высокая прочность достигается в области дегидратированной жидкости. Изменение прочности и адгезионных свойств в жидкости происходит очень быстро при увеличении вязкости и снижении содержания воды. У жидких стекол с модулем 2,84 при снижении воды с 60 до 57,4 % вязкость повышается со 150 до 500 МПа·с. Жидкие стекла с высоким модулем более чувствительны к изменению содержания воды.

При поставке жидкого стекла контроль содержания воды осуществляется по следующей методике: навеску жидкого стекла смешивают с навеской гранулированного материала (чистого кварцевого песка или обожженного сульфата кальция). Смесь высушивают до постоянной массы. Количество воды определяют по формуле:

$$H_2O = \frac{P + Q - (P_C + Q_C)}{P} \cdot 100,$$

где P – масса навески жидкого стекла, г;

Q – масса навеска гранулированного материала, г;

P_C – масса смеси после сушки до постоянной массы, г;

Q_C – потеря массы после сушки навески гранулированного материала, г .

Резюме. Выполненные исследования позволили разработать методику расчета изменения модуля жидкого стекла в зависимости от добавки NaOH, определения вязкости жидкого стекла при различных температурах и от содержания твердых веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Илларионов, И. Е.* Формовочные материалы и смеси / И. Е. Илларионов, Ю. П. Васин. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 1995. – Ч. 2. – 288 с.

УДК 632

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ECOLOGICAL CONDITION OF THE TOPSOIL IN THE ZONE UNDER CEMENT MANUFACTURE INFLUENCE

Н. А. Казакова

N. A. Kazakova

ГОУ ВПО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», г. Ульяновск

Аннотация. В статье рассматривается проблема загрязнения почвенного покрова отходами цементного производства. Установлен количественный и качественный состав тяжелых металлов и микроорганизмов.

Abstract. The article considers the problem of polution of topsoil by cement manufacture waste products. The quantitative and qualitative composite of heavy metals and microorganisms is determined.

Ключевые слова: *почвенный покров, цементное производство, тяжелые металлы, микроорганизмы.*

Keywords: *topsoil, cement manufacture, heavy metals, microorganisms.*

Актуальность исследуемой темы. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция ухудшения экологической ситуации атмосферы, гидросферы и литосферы [4]. Но все же антропогенные воздействия на почву обширней, чем на другие экосистемы биосферы [2]. Наиболее заметно загрязнение земель тяжелыми металлами и другими токсичными веществами в зоне влияния промышленных предприятий.

Известно, что цементное производство является источником загрязнения всех трех составляющих биосферы: атмосферы, гидросферы и литосферы. Одним из негативных преобразований в экосистеме является загрязнение почвенного покрова отходами цементного производства.

Целью нашей работы явилось установить качественный и количественный состав тяжелых металлов, микроорганизмов и дать биоиндикационную оценку экологически трансформированным почвам в зоне техногенного влияния цементного производства.

Материал и методика исследований. В работе были использованы физико-химические, микробиологические и биоиндикационные методы исследования.

Исследование почвы проводили в несколько этапов: отбор пробы, определение физико-химических характеристик почвы, определение микробиологического состава, биоиндикация.

Образцы почвогрунтов отбирали с соблюдением правил асептики и помещали в стерильные пергаментные пакеты. Среднюю почвенную пробу получали смешиванием пяти почвенных образцов, отобранных по «принципу конверта». Для выявления харак-

тера изменений свойств почв от воздействия выбросов были заложены пробные площадки вокруг цементного завода на различном удалении с учетом розы ветров и рельефа местности.

На территории цементного завода было заложено 5 пробных площадей (ПП) прямоугольной формы. Пробная площадь № 1 ($ПП_1$) была заложена на расстоянии 100 м от ограждения завода, пробная площадь № 2 ($ПП_2$) – на расстоянии 500 м от пробной площади №1, пробная площадь № 3 ($ПП_3$) – на расстоянии 1000 м от ограждения заводской территории, пробная площадь № 4 ($ПП_4$) – на расстоянии 2000 м от ограждения заводской территории. Контрольная площадь № 5 ($ПП_5$) – контроль – была заложена в 5000 м от границы завода; по рельефу, характеру почв и геоботаническому составу растений она соответствовала опытным пробным площадям. Отбор почвы производили на всех площадях биоиндикационной сетки, охватывающей всю территорию.

Содержание основных элементов загрязнения определяли по общей методике на атомно-абсорбционном спектрофотометре «AAS-3».

Результаты исследований и их обсуждение. Визуальное обследование исследуемой территории свидетельствует о том, что наиболее крупные частицы цементной пыли оседают в непосредственной близости от источника загрязнения, а более мелкие удаляются на различные расстояния. По мере удаления от источника внешние признаки загрязнения заметно ослабевают, что подтверждается морфологией анализируемых почвенных образцов.

Полученные результаты представлены в табл. 1, данные учитывают розу ветров и заложенные пробные площади (в порядке удаления от них).

Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах тестируемых пунктов

№ образца	pH	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
$ПП_1$ (100 м)	5,70	20,4	33,7	18,8	0,9	19,6
$ПП_2$ (500 м)	5,63	19,4	31,7	17,0	0,8	18,6
$ПП_3$ (1000 м)	5,85	18,6	29,8	15,2	0,6	17,1
$ПП_4$ (2000 м)	5,72	12,5	25,5	10,0	0,5	13,2
$ПП_5$-контроль (5000 м)	5,90	13,1	22,8	9,5	0,4	14,0
ОДК		66,0	110	65,5	1,0	40,0
фон		11,8	24,4	9,5	0,47	35,5

В исследуемых образцах почвы обнаружены тяжелые металлы Cu, Zn, Pb, Cd, Ni. Проведенный анализ показал, что по мере приближения к промышленным объектам происходит усиление аккумуляции меди и цинка, обусловленной химическими особенностями (подвижностью) этих элементов.

Накопление цинка негативно сказывается на большинстве почвенных процессов, прежде всего, снижает биологическую активность, вызывает изменение физических и физико-химических свойств почвы. Кроме того, цинк подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, вследствие чего нарушаются процессы образования органического вещества в почвах.

В результате происходит усиление токсичности тяжелых металлов при их совместном воздействии на живые организмы в почве. Совместное воздействие цинка и кадмия оказывает в несколько раз более сильное ингибирующее действие на микроорганизмы, чем при такой же концентрации каждого элемента в отдельности.

Оценить состояние окружающей среды и уровень техногенного воздействия можно с помощью биоиндикаторов. Биотестирование и биоиндикация, наряду с методами аналитической химии, позволяют построить наиболее полную картину трансформации почв под воздействием техногенного влияния.

Принцип биоиндикации строится на том, что каждый организм в отношении любого действующего фактора обладает уникальным физиологическим диапазоном реакции [1]. В то же время на каждую конкретную группу организмов будет влиять множество факторов, помимо исследуемого, которые не всегда можно учесть. Наиболее рациональным является использование комплексного биотестирования [7], учитывающего изменения в балансе почвенных микроорганизмов и водорослей.

Результаты количественного учета физиологических групп микроорганизмов в почвогрунтах показали невысокую общую численность микроорганизмов, которая составила порядка $10^3 \ldots 10^5$ КОЕ/г (табл. 2).

Таблица 2

Количественный учет физиологических групп микроорганизмов (КОЕ ^{x} 10^3/г)

Место выделения	Микроорганизмы			Микроскопические грибы
	сапротрофные	использующие минеральные формы азота	олигонитрофильные	
$ПП_1$ (100 м)	11,0±1,4	4,0±0,1	8,0±1,2	0
$ПП_2$ (500 м)	22,0±1,3	16,0±0,6	31,0±0,1	0
$ПП_3$ (1000 м)	71,0±2,7	62,0±0,9	70,0±1,2	4,0±0,5
$ПП_4$ (2000 м)	106±1,1	122±2,2	218±2,1	12,0±0,2
$ПП_5$-контроль (5000 м)	120±2,2	146±2,5	224±2,3	14,0±0,5

Согласно значениям степени обогащенности почв микрофлорой, предложенной Д. Г. Звягинцевым [3], исследуемые почвогрунты крайне бедны микроорганизмами, а их функциональные группы в порядке убывания составили следующий ряд: олигонитрофилы > бактерии, использующие минеральные формы азота, > сапротрофы > микроскопические грибы. Данное количественное распределение характеризует почвы с малоактивными минерализационными процессами. Недостаток питательных веществ в почве, по мнению ряда авторов [5], [6], является основным экологическим фактором, лимитирующим развитие микроорганизмов-органолитиков – сапротрофных бактерий и микроскопических грибов.

По результатам исследований значительный «положительный эффект» в отношении сапротрофных бактерий, использующих минеральные формы азота, установлен на площадке $ПП_4$ (2000 м). Таким образом, данная площадка почв отличается высокой ферментативной активностью, обуславливающей интенсивность гидролитических процессов и накопление минерального азота.

Отсутствие «положительного эффекта» наблюдали на экспериментальных площадках $ПП_1$ (100 м) и $ПП_2$ (500 м) в отношении групп олигонитрофильных микроорганизмов, численность которых ниже численности олигонитрофилов на площадках $ПП_3$ (1000 м) и $ПП_4$ (2000 м). Данное обстоятельство объясняется более высоким содержанием легкодоступных азотосодержащих веществ в почве.

Анализ количественного и качественного состава физиологических групп микроорганизмов на экспериментальных площадках выявил начальный процесс формирования микробно-растительных взаимодействий, характеризующийся невысокой численностью микроорганизмов; преобладанием физиологических групп микроорганизмов, использующих минимальные содержания питательных веществ в субстрате и минеральные формы азота.

Резюме. В результате техногенного воздействия цементного производства происходит трансформация почвенного покрова и ухудшение агрохимических показателей. Аккумулируясь в почве, тяжелые металлы оказывают ингибирующее действие на микроорганизмы.

Результаты проведенных исследований могут служить исходной базой для организации экологического мониторинга и природоохранных мероприятий в зоне действия цементного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Биоиндикация* загрязнений наземных экосистем : пер. с нем. / под ред. Р. Шуберта. – М. : Мир, 1988. – 350 с.

2. *Добровольский, В. В.* Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / В. В. Добровольский // Биологическая роль микроэлементов. – М. : Наука, 1983. – С. 44–54.

3. *Звягинцев, Д. Г.* Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : МГУ, 2005. – 448 с.

4. *Израэль, Ю. А.* Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – М. : Гидрометеоиздат, 1984. – 560 с.

5. *Колешко, О. И.* Микробиология : учеб. пособие для биол. спец. вузов / О. И. Колешко. – Минск : Высш. шк., 1977. – 271 с.

6. *Мишустин, Е. Н.* Курс сельскохозяйственной микробиологии / Е. Н. Мишустин. – М. ; Л. : Сельхозизд., 1934. – 208 с.

7. *Теппер, Е. З.* Практикум по микробиологии : учеб. пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – 5 изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2004. – 255 с.

УДК 612.11/.12

ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ЛЕЙКОЦИТОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ БЛАСТОЦИСТОЗЕ

CHARACTERISTICS OF ENZYMATIC ACTIVITY OF NEUTROPHILIC LEUKOCYTES IN EXPERIMENTAL BLASTOTSISTOZE

Е. А. Карпеева, А. А. Захаров

E. A. Karpeeva, A. A. Zakharov

ГОУ ВПО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», г. Ульяновск

Аннотация. Повышение активности ферментов щелочной фосфатазы, кислой фосфатазы, миелопероксидазы и катионных белков коррелировало со степенью выраженности проявлений экспериментального бластоцистоза у животных.

Abstract. Increased activity of enzymes of alkaline phosphatase, acid phosphatase, myeloperoxidase and cationic proteins correlated with the degree of symptom severity of blastotsistoze of experimental animals.

Ключевые слова: *катионные белки, щелочная фосфатаза, кислая фосфатаза, нейтрофилы, миелопероксидаза.*

Keywords: *cationic proteins, alkaline phosphatase, acid phosphatase, neutrophils, myeloperoxidase.*

Актуальность исследуемой проблемы. Ферментативная активность нейтрофильных лейкоцитов при экспериментальном бластоцистозе является актуальной проблемой в биологии и медицине [1]. В связи с этим целью работы явилось изучение активности катионных белков (КБ), уровня кислой и щелочной фосфатазы (КФ, ЩФ), активности миелопероксидазы в динамике на 3, 6, 9, 12, 16, 21 и 28-е сутки от начала заражения животных простейшими *Blastocystis spp*.

Материалы и методика исследований. Экспериментальный бластоцистоз воспроизводили у лабораторных животных (крысы, мыши). В ходе работы нами были использованы цитохимические методы исследования, которые позволяют изучить химическую организацию клеток при максимальном сохранении их прижизненной морфологии [2, 5]. С помощью цитохимических исследований удалось проследить сдвиги в направленности метаболизма, ферментном спектре, координации обменных процессов в клетках и формировании характерных морфологических изменений. Результаты выражали через средний цитохимический коэффициент (СЦК) [3, 6].

Результаты исследований и их обсуждение. Бластоцистная инвазия приводит к значительному повышению уровня щелочной и кислой фосфатаз. Результаты изучения активности ЩФ и КФ представлены на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1, уже на третий день исследований уровень щелочной фосфотазы животных, инфицированных бластоцистами, был выше контрольного почти в 1,2 раза (2,11±0,05 и 1,77±0,02 соответственно, p<0,001). Дальнейшее динамическое повышение показателя мы отмечали до 12 суток, при этом уровень ЩФ в контрольной группе составил 2,66±0,05 (p<0,001). В дальнейшем ее уровень снижался и к 28 дню от начала эксперимента оставался незначительно повышенным (1,94±0,04 и 1,8±0,03 соответственно, p<0,01).

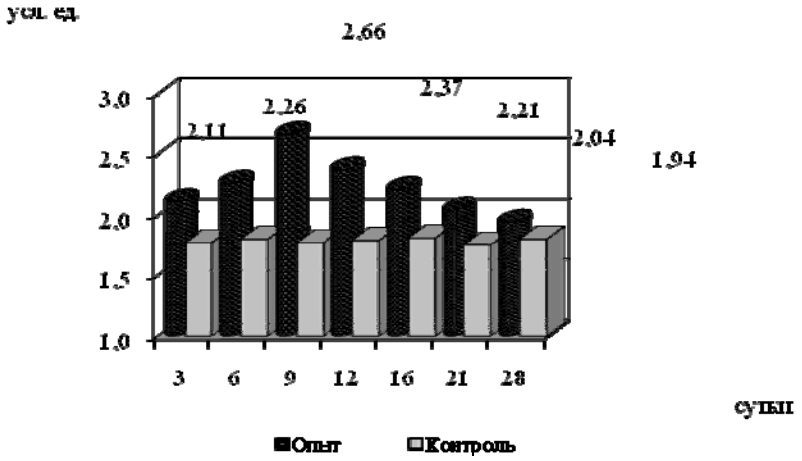


Рис. 1. ***Изменение активности щелочной фосфатазы у опытных и контрольных животных***

Аналогичным образом изменялась активность кислой фосфатазы (рис. 2). Как видно, динамика ее активности была аналогична изменениям показателей щелочной фосфатазы: уже на 3 сутки после заражения статистически достоверно превосходил таковой в контрольной группе (0,91±0,04 и 0,82±0,02 соответственно; p<0,05).

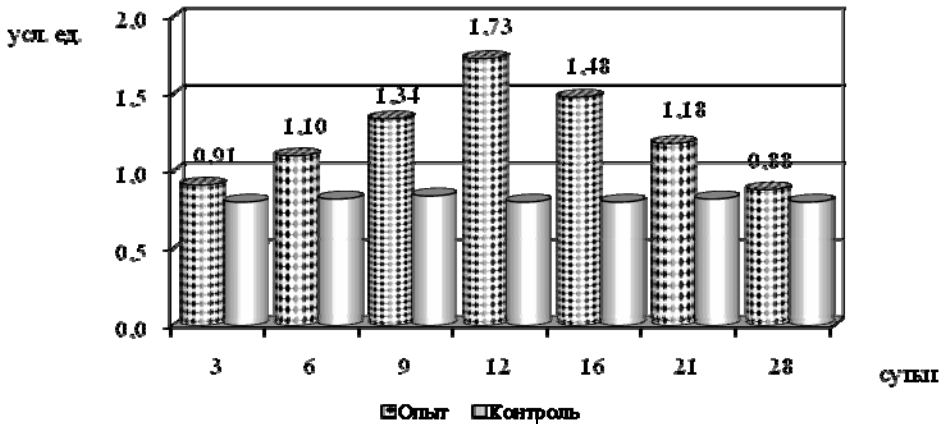


Рис. 2. ***Изменение активности кислой фосфатазы у опытных и контрольных животных***

В последующем уровень кислой фосфатазы достоверно динамически возрастал и на 12 сутки эксперимента составлял 1,73±0,05 (p<0,01). В дальнейшем ее содержание в крови имело тенденцию к снижению, и к концу эксперимента значение показателей статистически не отличалось от уровня данного фермента в контрольной группе (p>0,05).

Степень гранулярного синего окрашивания цитоплазмы пропорциональна содержанию катионных белков в клетках. Поскольку катионные белки обладают протеолитическими и бактерицидными свойствами, по количеству гранул и интенсивности их окраски можно судить о состоянии кислороднезависимой биоцидной системы нейтрофилов [4]. Снижение ее показателей ниже 2,4±0,25 свидетельствует о дефектности кислороднезависимых антимикробных систем нейтрофилов.

Наряду с увеличением показателей активности миелопероксидазы, щелочной и кислой фосфатаз при экспериментальном бластоцистозе нами установлено снижение уровня катионного белка у животных опытной группы (рис. 3).

Как видно из представленной диаграммы, через трое суток от начала эксперимента у животных экспериментальной группы значение активности КБ снижалось и составило 1,98±0,04 условных единиц, что было в 1,1 раза ниже, чем у животных контрольной группы (2,22±0,03; p<0,05).

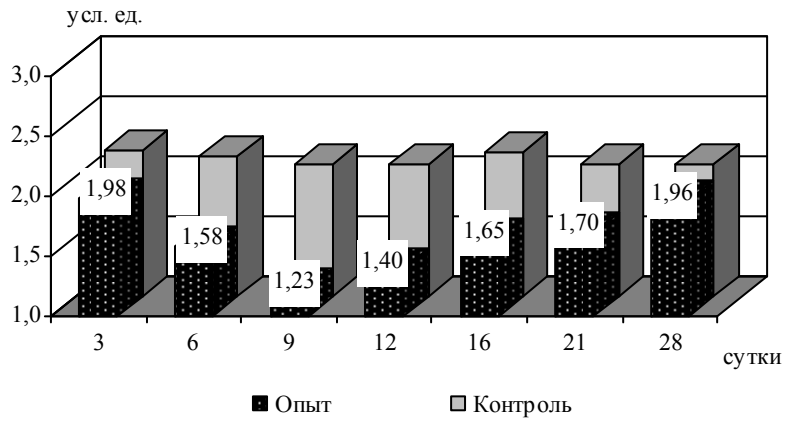


Рис. 3. ***Изменение активности катионных белков у опытных и контрольных животных***

Минимальное значение показателя в группе опытных мышей было отмечено к девятым суткам от начала эксперимента. В это время активность КБ у опытных животных составила 1,23±0,07 условных единиц, при этом различие в показателях по сравнению с контрольной группой было статистически достоверным (p<0,05).

В дальнейшем отмечалась тенденция к увеличению уровня КБ у инвазированных животных. Так, на двенадцатые сутки СЦК катионных белков у опытных мышей превышал показатель контроля в 1,6 раза (1,40±0,09), к шестнадцатым суткам – в 1,3 раза (1,65±0,07), к двадцать первым суткам – в 1,3 раза (1,70±0,1). Все указанные показатели высоко статистически достоверно отличались от уровня контрольных групп (p<0,05). К концу эксперимента значения СЦК активности КБ составило 1,96±0,05 (p<0,05).

Резюме. Изучение ферментативной активности нейтрофильных лейкоцитов в динамике экспериментального бластоцистоза выявило изменение активности миелопероксидазы, щелочной фосфатазы, кислой фосфатазы и уровня катионных белков. Так, максимальное угнетение катионных белков на фоне повышения значений активности миелопероксидазы, кислой и щелочной фосфатазы нами отмечено на двенадцатые сутки эксперимента. В дальнейшем наблюдались разнонаправленные сдвиги активности МПО, КФ, ЩФ и КБ в сторону их нормализации, т. е. повышался уровень катионных белков при динамическом снижении миелопероксидазной и фосфатазной активности лейкоцитов, направленных на отграничение и удаление из организма чужеродного антигенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемова, А. Г.* Реакция торможения миграции лейкоцитов в капиллярах / А. Г. Артемова // Медицинские лабораторные технологии : справочник / под ред. А. И. Карпищенко. – СПб. : Интермедика, 1999. – Т. 2. – С. 302–303.

2. *Асадов, Ч. Д.* Связь между фагоцитарной функцией и цитохимическими показателями нейтрофилов крови / Ч. Д. Асадов, Л. С. Нумерова, М. Э. Мирзоева // Лабораторное дело. – 1990. – № 3. – С. 19–21.

3. *Зинкин, В. Ю.* Способ количественной оценки кислородзависимого метаболизма нейтрофильных гранулоцитов человека / В. Ю. Зинкин, М. А. Годков // Клиническая и лабораторная диагностика. – 2004. – № 8. – С. 26–29.

4. *Губжокова, Е. Б.* Цитохимия катионного белка при острых пневмониях / Е. Б. Губжокова // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 1. – С. 49.

5. *Хаитов, Р. М.* Иммунология : учебник / Р. М. Хаитов, Г. А. Игнатьева, И. Г. Сидорович. – М. : Медицина, 2000.– 432 с.

6. *Goldsby, R. A.* Immunology / R. A. Goldsby. – W. H. : Freeman & Company, 2002. – P. 39.

УДК 612.172

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ

AGE FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY OF SCHOOLCHILDREN DEPENDING ON THE LEVEL OF ACADEMIC WORKLOAD

Ю. Д. Карпенко

Y. D. Karpenko

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Изучены особенности вариабельности сердечного ритма у школьников в зависимости от учебной нагрузки. Полученные результаты позволяют заключить, что психоэмоциональная напряженность с возрастом у детей, обучающихся по более сложной экспериментальной учебной программе, уменьшается, а у детей, обучающихся по стандартной учебной программе, – увеличивается.

Abstract. The features of heart rate variability of schoolchildren depending on the academic workload are studied in the paper. The results received allow us to make a conclusion that the psychoemotional tension of the children studying under experimental curriculum decreases with advancing age and that of the children studying under standard academic workload, increases.

Ключевые слова: *учебная нагрузка, вариабельность сердечного ритма, психоэмоциональная напряженность.*

Keywords: *academic workload, heart rate variability, psychoemotional tension.*

Актуальность исследуемой проблемы. Для оценки состояния здоровья, функциональных резервов организма и особенностей регуляции в настоящее время широко используется в физиологии и клинической практике метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Показатели ВСР используются для оценки особенностей регуляции сердечной активности со стороны центральной нервной системы, что обеспечивает возможность получения прогностической информации как о деятельности сердца, так и об изменениях состояния всего организма в целом [1], [2]. Изменение ритма сердца в различных условиях экологической и социальной среды рассматривается как достаточно объективный индикатор адаптационных реакций [4].

Целью настоящей работы было сравнительное изучение по показателям вариабельности сердечного ритма особенностей адаптации школьников к учебной нагрузке разной сложности.

Материал и методика исследований. В исследовании приняли участие школьники 7–15-летнего возраста. Все они были практически здоровые. Исследования проводились в первой половине дня в условиях повседневной учебы в начале, середине и конце учебного года. В каждой возрастной группе дети были разделены на две группы:

одна группа (контрольная) обучалась по стандартной программе и вторая (экспериментальная) – по экспериментальной.

Для записи электрокардиограммы (ЭКГ) и анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) использовался серийно выпускаемый программно-аппаратный комплекс ORTO Expert. Анализ показателей ВРС проводился в соответствии с рекомендациями Европейской ассоциации кардиологов и Северо-американской ассоциации электрофизиологии и кардиоритмологии. Особенности автономной нервной регуляции сердечного ритма оценивали по следующим показателям ВСР: Мср. (R-R-кардиоинтервал); ΔX – разность максимального и минимального значений кардиоинтервалов, отражающая степень влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на кардиоритм; AMo – количество кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, т. е. наиболее часто встречающегося в данном динамическом ряде значения кардиоинтервала; ИН – суммарный показатель, наиболее полно отражающий степень напряжения регуляторных механизмов организма и централизацию управления кровообращением; VLF – мощность очень низкочастотного компонента ВСР, характеризующая влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр; HF – мощность спектра высокочастотного компонента ВСР, отражающая вагусный контроль сердечного ритма; LF – мощность спектра низкочастотного компонента ВСР, отражающая преимущественно колебания активности симпатического регуляторного звена сердечного ритма; LF/HF – индекс вагосимпатического баланса, характеризующий вклад симпатических и парасимпатических влияний в автономную регуляцию сердечного ритма (увеличение данного индекса свидетельствует о симпатизации регуляции сердечного ритма, а уменьшение – об обратном эффекте).

Полученный материал был обработан с использованием статистического пакета профессиональной статистики «Statistica 6.0 for Windows».

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты изучения влияния уровня учебной нагрузки на показатели ВСР у детей в возрасте от 7 до 15 лет приведены в табл. 1 и 2. Из их данных следует, что исследуемые показатели характеризуются определенной вариабельностью, в которой нами выявлены определенные зависимости от учебной нагрузки. Так, величины Мср у детей экспериментальной и контрольной групп в 7 и 8 лет были одинаковыми, т. е. в этом возрастном периоде зависимость данного показателя сердечного ритма от учебной нагрузки не была выявлена. По этому же показателю в 9, 10, 11, 12 и 13 лет у детей сравниваемых групп были выявлены различия, которые можно рассматривать как повышение тонуса симпатического отдела у детей, обучающихся по экспериментальной учебной программе. В то же время с 14 до 15 лет различия между сравниваемыми группами становятся противоположными: у детей контрольной группы усиливается симпатическое влияние, а у детей экспериментальной группы – парасимпатическое влияние. Таким образом, в динамике преобладания центральных механизмов регуляции у детей сравниваемых групп определенные различия наблюдаются после 10 лет. Эти различия в 14–15 лет были выражены в ослаблении влияния центрального механизма регуляции сердечного ритма, что наблюдалось у детей, обучающихся по экспериментальной программе, и в усилении этого влияния у детей, обучающихся по стандартной программе. Аналогичное суждение формируется и по другим показателям сердечного ритма (ΔX, AMo), что также следует рассматривать как свидетельство об особенностях напряжения регуляторных систем у детей, обучающихся по стандартной и экспериментальной программам.

Таблица 1

Показатели временного анализа вариабельности сердечного ритма у детей, обучающихся по экспериментальной учебной программе (M±т)

Возраст, лет	Мер, с	ΔX, с	AMo, %	ИН, усл.ед.
7	0,67±0,01	0,26±0,01	33,14±2,01	111,95± 12,33
8	0,67±0,03	0,21 ±0,03	36,44±2,43	194,78±44,85
9	0,66±0,02*	0,23±0,02	30,74±1,89	137,53±22,83
10	0,71±0,02*	0,28±0,02	34,17±2,32	124,53±20,89
11	0,72±0,02	0,25±0,02	33,11±1,80	147,28±22,73
12	0,68±0,02*	0,23±0,02	38,42±2,65	199,50±39,91
13	0,67±0,02*	0,24±0,02*	34,12±2,46	149,93±34,37
14	0.84±0,03*	0,32±0,03*	30,00±1,92	79,96± 14,63
15	0,81±0,02*	0,31±0,03	31,89±1,86	82,30±11,20

Примечание:

** достоверность различий (P<0,05) между показателями регуляции сердечного ритма у детей, обучающихся по экспериментальной и стандартной учебным программам*

Таблица 2

Показатели временного анализа вариабельности сердечного ритма у детей, обучающихся по стандартной учебной программе (M±m)

Возраст, лет	Мср, с	ΔX, с	AMo, %	ИН, усл. ед.
7	0,67±0,03	0,26±0,03	29,50±2,63	106,30±16,90
8	0,65±0,02	0,22±0,02	36,57±4,30	190,71±51,09
9	0,73±0,03	0,20±0,02	35,17±3,37	175,75±43,67
10	0,75±0,02	0,29±0,03	32,19±2,86	110,25±28,30
11	0,73+0,03	0,23±0,02	42,19±2,18	188,51±27,26
12	0,74±0,02	0,26±0,02	33,52±2,42	114,14±19,05
13	0,79±0,04	0,35±0,04	28,07±2,72	77,93± 16,76
14	0,78±0,02	0,25±0,02	32,96±2,37	123,76±21,97
15	0,70±0,02	0,30±0,03	34,13±2,97	128,96±29,42

Относительно более высокая напряженность, прежде всего симпатического отдела вегетативной нервной системы, проявлялась в возрасте 9–13 лет у детей, обучающихся по экспериментальной программе. В то же время выявленные тенденции в различиях напряжения регуляторных систем в указанном возрасте нельзя рассматривать как отсутствие напряжения симпатического отдела у детей, обучающихся по стандартной программе. Полученные результаты можно рассматривать как совпадение тенденций напряжения регуляторных систем организма и централизации управления кровообращением у детей сравниваемых групп. Об этом, в частности, свидетельствует тот факт,

что показатели ИН в обеих группах детей в возрасте 8–12 лет были выше таковых в 7 лет. При этом обращает на себя внимание тот факт, что в этом возрастном периоде у детей, обучающихся по экспериментальной и стандартной программам, средние величины ИН выходили за условные границы оптимума. Согласно классификации ИН, предложенной А. Д. Ноздрачевым и Ю. В. Щербатых [6], показатели ИН у обследованных детей обеих групп свидетельствуют о наличии симпатикотонического типа регуляции и высокой активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Показатели ИН у детей экспериментальной группы в возрасте 14–15 лет находились в пределах нормотонического диапазона, а у детей контрольной группы – ближе к нижней границе симпатотонического диапазона.

Показатель LF, характеризующий мощность спектра в диапазоне низких частот (0,04–0,15 Гц) и отражающий преимущественно колебания активности симпатического регуляторного звена сердечного ритма (хотя имеется смешанное симпато-парасимпатическое происхождение [2], [3]), в сравниваемых группах имеет аналогичный VLF показателю тренд, что позволяет признать зависимость величины LF от особенностей динамики психоэмоционального напряжения у детей экспериментальной и контрольной групп.

Особенности автономной регуляции сердечного ритма в процессе адаптации к школе нами оценивались по показателям спектрального анализа ВСР. Результаты анализа спектральных показателей ВСР у детей, обучающихся по экспериментальной и стандартной учебным программам, приведены в табл. 3 и 4. Сравнение средних величин VLF детей 7–15 лет экспериментальной и контрольной групп показало выраженное и совпадение, и различие в общем тренде данного показателя, характеризующего влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр [4]. Совпадение тренда данного показателя в обеих группах выражается в увеличении с возрастом мощности низкочастотного компонента (VLF). По мнению ряда авторов, такой тип реакции сердечного ритма свидетельствует об усилении экстракардиального управления сердечным ритмом [2], [3], [6]. При этом переход на более высокие уровни управления сердечным ритмом свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов и высокой «физиологической цене» адаптации. Соотнесение этих положений с характером изменения ИН у детей в 14–15 лет несомненно позволяет высказать предположение о том, что «цена» адаптации к школьной жизни в конечном итоге (точнее к 14–15 годам) выше у детей, обучающихся по стандартной учебной программе, по сравнению с детьми, обучающимися по экспериментальной программе. В то же время выявленное различие в трендах изменения VLF у школьников выражается в следующем: возрастной прирост VLF данного показателя у детей контрольной группы преобладает над аналогичным приростом у детей экспериментальной группы. Это свидетельствует об усилении активности надсегментарных отделов симпатического звена вегетативной регуляции. Таким образом, можно считать, что с возрастом у детей, обучающихся по экспериментальной программе, психоэмоциональное напряжение, обусловленное школьным фактором, уменьшается, а у детей, обучающихся по стандартной программе, – увеличивается.

Таблица 3

Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей, обучающихся по экспериментальной учебной программе (M±m)

Возраст, лет	VLF, м/сек²	LF, м/сек²	HF, м/сек²	LF/HF
7	551,55±80,96	1193,41±154,27	1115,36±128,37	1,08±0,15
8	218,06±99,70	995,72±309,17	1066,28±357,81	1,15±0,14
9	992,95±397,39	1639,16±336,06	1501,32±370,61	1,62±0,31
10	728,56±117,30	1634,43±294,05	1592,30±318,51	1,45±0,18
11	792,74±132,37	1887,78±329,83	1390,87±207,26	1,63±0,19
12	567,13±124,10	1018,37±160,06	1266,75±382,01	1,48+0,20
13	1313,88±441,74	1513,46±261,09	1081,96±198,09	1,84±0,15*
14	1511,64±305,25	2565,00±506,36	1629,16±259,37	1,83±0,12*
15	1780,85±507,55	2471,07±442,05	1942,15±502,27	1,68±0,20*

Примечание:

** достоверность различий (P<0,05) между показателями регуляции сердечного ритма у детей, обучающихся по экспериментальной и стандартной учебным программам*

Таблица 4

Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей, обучающихся по стандартной учебной программе (M±m)

Возраст, лет	VLF, м/сек²	LF, м/сек²	HF, м/сек²	LF/HF
7	760,00±164,90	1393,40±310,35	1516,10±465,35	1,31±0,22
8	225,00±94,19	1059,86±299,47	1362,43±431,38	1,11±0,24
9	401,25±151,14	1333,33±433,24	954,08±301,87	0,97±0,50
10	1333,19±28,30	2218,00±652,34	1574,69±442,34	1,56±0,21
11	503,81±88,89	1144,76±162,53	1030,43±216,36	1,70±0,24
12	732,90±180,64	1151,14±161,65	1178,76±186,83	1,28±0,20
13	2532,20±654,28	3506,07±945,05	1845,40±490,10	2,40±0,32
14	684,56±129,76	1476,00±398,35	1118,00±311,39	1,34±0,11
15	3646,96±1384,35	3513,83±784,49	1440,96±297,14	2,62±0,36

При обсуждении величины HF у детей экспериментальной группы установлено, что в течение всего наблюдаемого периода данный показатель был выше исходного уровня, т. е. величины HF в 7 лет. При этом к 14–15 годам эти показатели достигли своего максимального значения. В настоящее время считается, что показатель HF отражает вагусный контроль сердечного ритма (колебания активности парасимпатической нервной системы) и связан с актом дыхания. Все это позволяет считать, что с возрастом у детей экспериментальной группы парасимпатическое влияние усиливается. Данный показатель у детей контрольной группы не выявляет выраженной зависимости от возраста и в течение исследованного возрастного периода характеризуется значительной вариабельностью. Анализ этих данных не свидетельствует о выраженном увеличении с возрастом парасимпатического влияния на сердечный ритм.

Сравнительный анализ величины LF/HF у обследованных детей показал следующее: в возрасте 13–15 лет у детей, обучающихся по стандартной программе, показатели LF/HF были достоверно выше, чем у детей экспериментальной группы. Последнее следует рассматривать как проявление симпатизации регуляции сердечного ритма у детей контрольной группы [5].

Особенности вегетативного тонуса у детей с разным уровнем учебной нагрузки, оцененные по результатам спектрального анализа сердечного ритма, свидетельствуют также о разной выраженности напряжения симпатического отдела вегетативной нервной системы у детей сравниваемых групп. Последнее отражает особенности развития у детей адаптивных реакций на воздействие школьных факторов. В 7–8 лет эти различия отсутствуют, в 9–13 лет различия в тонусе симпатического отдела становятся более выраженными у детей, обучающихся по экспериментальной программе. В то же время в 14–15 лет наблюдается противоположная картина.

Резюме. Полученные результаты исследования вариабельности сердечного ритма у школьников подтверждают актуальность изучения влияния школьного фактора на функциональное состояние организма детей. Материалы исследований позволяют признать, что стратегия адаптации организма на популяционном уровне может не совпадать со стратегией индивидуальной адаптации детского организма к учебной нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаджанян, Н. А.* Сравнительные особенности вариабельности сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах / Н. А. Агаджанян, Т. Е. Батоцыренова, А. Е. Северин, Ю. Н. Семенов и др. // Физиология человека. – Т. 33. – № 6. – С. 66–70.

2. *Баевский, Р. М.* Математический анализ сердечного ритма при стрессах / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 225 с.

3. *Баевский, Р. М.* Оценка адаптивных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 236 с.

4. *Димитриев, Д. А.* Изучение влияния экологической среды на функциональное состояние механизмов регуляции сердечного ритма / Д. А. Димитриев, А. Д. Димитриев // Известия НАНИ ЧР. – 1996. – № 3. – С. 89–91.

5. *Михайлов, В. М.* Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В. М. Михайлов. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

6. *Ноздрачев, А. Д.* Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А. Д. Ноздрачев, Ю. В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 6. – С. 95.

УДК 612. 172

ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ

INDIVIDUAL TYPOLOGICAL FEATURES OF VEGETAL REGULATION OF HEART RATE OF CHILDREN DEPENDING ON THE LEVEL OF ACADEMIC WORKLOAD

Ю. Д. Карпенко

Y. D. Karpenko

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. На основе изучения индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции нервной системы у учащихся в зависимости от уровня учебной нагрузки установлено, что в возрасте 7–16 лет имеет место совпадение тенденций изменения доли детей с ваготонией, нормотонией и симпатотонией в экспериментальной и контрольной группах. Однако выявленные особенности изменения типов вегетативной регуляции в отдельные возрастные периоды позволяют отметить влияние полового фактора на адаптацию детей к разным уровням школьной нагрузки.

Abstract. Based on the study of the individual typological features of the vegetal regulation of the children's nervous system depending on the level of the academic workload it was found out that the children of 7–16 years old have coincidence of tendencies of changing in the share of the children with vagotony, normotony, sympaphotony in experimental and control groups. However, the detected features of the changing of the vegetal regulation types in particular age periods enable us to point out the role of the sex factor in the adaptation of children to different levels of school workload.

Ключевые слова: *учебная нагрузка, индекс напряжения, особенности вегетативной регуляции сердечного ритма.*

Keywords: *academic workload, stress index, features of the vegetal regulation of heart rate.*

Актуальность исследуемой проблемы. Высокие требования к уровню современного образования реализуются через интенсификацию учебного процесса. В связи с этим актуальным является проведение специальных исследований по изучению влияния особенностей организации учебного процесса на организм человека. Согласно данным научной литературы особенности общего адаптационного процесса к реальным условиям жизни определяются не только внешнесредовыми факторами, но и типами вегетативной регуляции [1], [2], [3], [4]. Однако исследования особенностей адаптации школьников в зависимости от индивидуально-типологических особенностей вегетативной нервной системы у детей школьного возраста малочисленны. Соответственно, целью настоящей ра-

боты явилось изучение индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции у школьников в зависимости от уровня учебной нагрузки.

Материал и методика исследований. Для реализации задачи по исследованию вариабельности сердечного ритма (ВСР) использовался аппаратно-программный комплекс «Варикард» типа ВК 1.4, рекомендованный к использованию в медицинской практике решением Комитета по новой медицинской технике МЗ РФ. В целях изучения особенностей изменения баланса отделов вегетативной нервной системы детей в возрасте 7–16 лет нами были проанализированы параметры вариабельности сердечного ритма отдельно для лиц с разным типом вегетативной регуляции. Для этого дети в каждой исследуемой группе были разделены на 3 группы: с преобладанием парасимпатической регуляции, симпатической и со смешанной регуляцией. Для выделения типов вегетативной регуляции была использована классификация индекса напряжения (ИН), предложенная А. Д. Ноздрачевым и Ю. В. Щербатых [5]. Согласно этой классификации были выделены ваготоники (В), нормотоники (Н) и симпатотоники (С).

Результаты исследований и их обсуждение. Математические показатели сердечного ритма у обследованных детей контрольной и экспериментальной групп в зависимости от типа вегетативной регуляции представлены в табл. 1 и 2. В результате исследований была обнаружена тенденция, связанная с изменением указанных параметров с возрастом, которая, вероятно, была связана с неравномерностью в созревании регуляторных механизмов. Вместе с изменением параметров сердечного ритма нами выявлены особенности возрастной динамики ИН у школьников в зависимости от типа вегетативной регуляции. При этом обнаруживается общая закономерность: кривые возрастного изменения ИН в зависимости от принадлежности к конкретному типу вегетативной регуляции в обеих группах различаются несущественно. Так, у нормотоников и ваготоников в течение всего наблюдаемого периода показатели ИН остаются в одном узком диапазоне: у нормотоников – на уровне от 94,82±1,83 до 106,9±6,71 усл. ед; у ваготоников – от 37,55±4,16 до 55,71±4,88 усл. ед. У симпатотоников обеих групп возрастные колебания ИН значительны: в 7–10 лет он находился в пределах от 288,63±40,96 до 319,4±5±16,61 усл. ед., с 11 по 16 лет – на более низких уровнях – от 191,6±16,73 до 223,5±16,61 усл. ед. Из возрастного сравнения ИН в зависимости от типа вегетативной регуляции следует, что установившийся индекс напряжения с возрастом существенно меняется только у детей, которые были отнесены к симпатотоникам.

Таблица 1

Статистические характеристики ИН у детей с различными типами вегетативной регуляции (контрольная группа), M±m

Тип ВНС	Возраст, годы				
	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16
В	48,79±5,46*	55,71±4,88*	46,67±6,21*	38,51±5,2*	51,82±3,6*
Н	110,11±3,6**	98,55±7,8**	102,5±7,67**	104,4±4,3**	94,82±1,83**
С	288,63±40,96#	310,7±51,24#	191,6±16,73#	211,8±15,45#	194,82±1,83**

Примечание:

В – ваготоники, Н – нормотоники, С – симпатотоники; * – достоверность различий (P<0,05) между ваготониками и нормотониками; ** –между нормотониками и симпатотониками, # – между ваготониками и симпатотониками.

Таблица 2

Статистические характеристики ИН у детей с различными типами вегетативной регуляции (экспериментальная группа), M±m

Тип ВНС	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16
В	38,89±4,96*	37,55±4,16*	43,44±5,18*	50,24±3,62*	43,59±4,87*
Н	96,36±3,64**	103,5±8,53**	106,9±6,71**	97,24±1,16**	98,66±13,4**
С	284,9±93,56#	319,4±37,27#	223,5±16,61#	214,6±18,59#	222,1±54,53#

Удельный вес обследованных школьников по типам вегетативной регуляции приведен в табл. 3. Наши данные подтвердили наличие нестабильности вегетативной регуляции в детском и подростковом периодах. В целом это согласуется с результатами других исследователей, посвященных вопросам состояния систем вегетативного обеспечения у детей и подростков [3], [6], [7]. При этом следует обратить внимание на то, что доля детей с нормотоническим типом регуляции в экспериментальной группе значительно меньше, чем доля детей из этой же группы с симпатотоническим и ваготоническим типом регуляции. На долю ваготоников в 7–8 лет приходилось 17,84 %, нормотоников – 24,9 % и симпатикотоников – 57 %, в 9–10 лет, соответственно, – 38,5, 27,5 и 22,72 %, в 11–12 лет – 30,7, 22,2 и 37,0 %, в 13–14 лет – 36,8, 26,0 и 36,8 %, в 15–16 лет – 45,83, 20,83 и 33,33 %. Приведенные нами данные позволяют отметить, что в экспериментальной группе доля нормотоников с возрастом существенно не изменяется и остается примерно на одном уровне, доля ваготоников имеет тенденцию к увеличению (от 17,84 % в 7–8 лет до 45,83 % в 15–16 лет), доля симпатотоников уменьшается (от 57,0 % в 7–8 лет до 33,33 % в 15–16 лет). В контрольной группе возрастные изменения доли детей с разными типами вегетативной регуляции имеют некоторые отличия в 9–10 лет и 15–16 лет.

Таблица 3

Удельный вес обследованных школьников по типам вегетативной регуляции, %

Возраст, годы	Группа	Число детей	Ваготоники		Нормотники		Симпатотоники	
			М	Д	М	Д	М	Д
7–8	К	25	20,0	16,0	12,0	4,0	28,0	20,0
	Э	28	7,14	10,7	14,2	10,7	17,8	39,2
9–10	К	44	16,0	28,0	36,0	8,0	12,0	-
	Э	25	20,4	18,1	13,6	25,0	6,82	15,9
11–12	К	27	17,2	14,2	10,3	17,2	13,7	24,1
	Э	29	29,6	11,1	11,1	11,1	18,5	18,5
13–14	К	46	23,5	11,7	11,7	17,6	14,7	20,5
	Э	34	19,5	17,3	15,2	10,8	26,0	10,8
15–16	К	24	28,5	21,4	-	10,7	17,8	21,4
	Э	28	37,5	8,33	12,5	8,33	8,33	25,0

Примечание:

К – контрольная группа, Э – экспериментальная группа, М – мальчики, Д – девочки, О – мальчики+девочки.

Вместе с тем следует отметить, что наибольшее количество детей с нормотонией наблюдалось в 9–10 лет в обеих обследованных группах (44,0 % – в контрольной группе, 38,64 % – в экспериментальной), в 11–12 лет и 13–14 лет в контрольной группе (соответственно 27,59 и 29,41 %). Вероятно, это свидетельствует о том, что в эти годы жизни функционирование организма протекало с наименьшим напряжением. В контрольной группе среди девочек выявлено большое количество лиц с ваготонией и нормотонией ($P<0,05$). Следует отметить, что в 15–16-летнем возрасте прослеживалось снижение ИН среди лиц с симпатотонией и увеличение ИН среди лиц с ваготонией, что подтверждается исследованиями других авторов [1], [2], [3]. Это можно объяснить тем, что в этот исследуемый период, вероятно, наблюдается наибольшее количество детей с повышенным напряжением систем регуляции, обеспечивающих функциональные перестройки в организме.

Следует отметить, что уменьшение числа детей в контрольной группе с нормотонией в 7–8 и 15–16 лет было связано со значительным увеличением удельного веса детей с ваготонией (соответственно 36,0 и 50,0 %) и симпатотонией (соответственно 48,0 и 39,29 %). Это может быть связано с тем, что у данных групп детей происходит наиболее интенсивный рост ударного и минутного объемов кровообращения [4], что и привело к снижению частоты сердечных сокращений и развитию ваготонии.

Из данных табл. 3 следует, что у детей в возрасте 7–8 лет мы наблюдали присутствие большой группы детей с симпатотонией в контрольной группе (48,0 %) и экспериментальной группе (57,0 %), что также согласуется с данными Э. Гринене с соавторами [3]. Выявленную физиологическую особенность у детей 7–8 лет независимо от уровня учебной нагрузки мы связываем с наличием напряжения в этом возрасте, причиной которого является переход ребенка на новую ступень социализации, связанную с началом систематического обучения в школе и сопровождающуюся большим напряжением систем регуляции организма.

Сравнительный анализ возрастной динамики распределения исследуемых групп детей по половой принадлежности позволил установить, что у девочек 9–10 лет и мальчиков 15–16 лет, обучающихся по стандартной учебной программе, выявлены только два типа вегетативной регуляции сердечного ритма. Таким образом, в этих возрастных периодах не удалось выделить детей с симпатотонией в первой и с нормотонией во второй группах. Описанные тенденции в численности групп с разным вегетативным тонусом совпадают с данными, полученными другими исследователями [1], [2], [3], и могут быть обусловлены отставанием от физиологических потребностей в созревании регуляторных механизмов в 9–10 лет и 15–16 лет у детей, обучающихся по стандартной учебной программе.

Анализ динамики распределения детей по типам вегетативной регуляции показал, что с возрастом (к 15–16 годам) повышается количество детей с ваготоническим типом регуляции сердечного ритма и уменьшается количество детей с нормотонией в обеих группах, что согласуется с литературными данными [2], [3].

Резюме. Проведенный анализ индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции у детей, обучающихся по стандартной и экспериментальной программам, выявил наличие большой группы детей с симпатотонией и ваготонией в контрольной и экспериментальной группах. Наименьший процент детей с нормотонией, обусловленный отклонением вегетативной регуляции сердечного ритма в сторону усиления симпатического и парасимпатического влияния, выявляет у детей переход в область проблемных состояний вегетативной нервной системы и всего организма. Этот факт необходимо учитывать при решении широкого круга научных и практических вопросов при организации учебного процесса у современных школьников.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бородкина, Г. В.* Динамика статистических характеристик сердечного ритма подростков как один из критериев оценки начала дифференцированного обучения / Г. В. Бородкина // Новые исследования в психологии и возрастной физиологии. – М. : Педагогика, 1990. – № 1. – С. 139–142.

2. *Галлеев, А. Р.* Использование показателей сердечного ритма для анализа функционального состояния школьников с учетом возрастных особенностей и уровня двигательной активности : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / А. Р. Галлеев. – Новосибирск, 1999. – 24 с.

3. *Гринене, Э.* Особенности сердечного ритма у школьников / Э. Гринене, В. Вайткявичюс // Физиология человека. – 1990. – Т. 16. – № 1. – С. 88–93.

4. *Казин, Э. М.* Комплексное лонгитудинальное исследование особенностей физического и психофизиологического развития учащихся на этапах детского, подросткового и юношеского периодов онтогенеза / Э. М. Казин, Н. Г. Блинова, Т. В. Душенина, А. Р. Галеев // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 1. – С. 70–76.

5. *Ноздрачев, А. Д.* Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А. Д. Ноздрачев, Ю. В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 6. – С. 95.

6. *Ситдиков, Ф. Г.* Изменение показателей сердечно-сосудистой и симпато-адреналовой системы у детей младшего школьного возраста в течение учебного года / Ф. Г. Ситдиков, С. И. Русинова // Физиология человека. – 1992. – Т. 18. – № 3. – С. 88–95.

7. *Слободская, Е. Р.* Вегетативная регуляция сердечного ритма и темперамент детей раннего возраста / Е. Р. Слободская, Ю. А. Татауров // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 2. – С. 86.

УДК 612.7:796

СПЕЦИФИЧНОСТЬ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОК СЕЛЬСКОЙ И ГОРОДСКОЙ МЕСТНОСТИ К РЕЖИМУ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

THE SPECIFICITY OF ADAPTATION OF FEMALE STUDENTS OF RURAL AND URBAN AREAS TO THE REGIME OF TRAINING AT INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AT DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY

О. Б. Колесникова

O. B. Kolesnikova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Проведена комплексная оценка характера изменений морфофизиологического состояния студенток младших курсов из сельской и городской местности во взаимосвязи с разными режимами двигательной активности.

Abstract. Integrated assessment of changes in the morphophysiological state of the female students of the junior courses from rural and urban areas in correlation with different modes of motor activity is made.

Ключевые слова: *студентки младших курсов, адаптация, двигательная активность.*

Keywords: *female students of junior courses, an adaptation, a level of physical activity.*

Актуальность исследуемой проблемы. Наблюдаемое в последние два десятилетия повышение уровня заболеваемости студентов, особенно на младших курсах обучения, приобретает выраженную социальную значимость. Отсюда сохранение и укрепление здоровья граждан, в том числе учащейся молодежи, является одной из приоритетных задач российского государства [1, 2–3], [3, 2–4].

В связи с изложенным выше роль физической культуры и физического воспитания в обеспечении здоровья учащейся молодежи становится особенно важным. Поэтому разработка теоретических основ и научное обоснование физиологических механизмов адаптации студентов к воздействию различных факторов среды обитания составляют актуальную проблему современной физиологии и спортивной медицины [2, 169].

В этой связи целью нашей работы явилось изучение специфичности адаптогенеза к условиям обучения в вузе у студенток младших курсов из сельской и городской местности с учетом разного уровня физических нагрузок.

Материал и методика исследований. Работу выполняли в течение 2006–2010 гг. в научно-исследовательской лаборатории биотехнологии и экспериментальной биологии ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева».

Проведены две серии экспериментов и лабораторных исследований с участием 60 студенток в возрасте 17–20 лет (по 20 чел. в каждой группе) факультета дошкольной и коррекционной педагогики и психологии ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» в течение I, II, III и IV учебных семестров (1–2 курсы).

По данным медицинского осмотра в МУЗ «Первая Чебоксарская городская больница им. П. Н. Осипова» г. Чебоксары и индивидуального опроса все исследуемые студентки групп были зачислены в основную медицинскую группу (схема).

В обеих сериях экспериментов у студенток изучаемых групп оценивали уровень физического развития (состояния здоровья). Для этого в начале (сентябрь, февраль) и конце (декабрь, май) теоретического обучения I–IV семестров проводили оценку состояния антропометрии, гематологической картины и кардиореспираторной системы. При этом студентки всех исследуемых групп занимались физической культурой в соответствии с программой для основной медицинской группы (ОМГ), а для ровесниц 2-й и 3-й групп применяли дополнительные занятия оздоровительной аэробикой 2 раза в неделю по 90 минут.

Исследования проводили с применением клинико-физиологических, гематологических, математических методов. Цифровой материал опытов обработан методом вариационной статистики с использованием программного комплекта статистической обработки «Microsoft Excel – 2007».

Результаты исследований и их обсуждение. Физиологически обоснована целесообразность проведения для студенток 1–2 курсов дополнительных занятий оздоровительной аэробикой по 90 минут 2 раза в неделю, что способствует более эффективной адаптации организма к условиям обучения в вузе.

Экспериментально доказано, что студентки из сельской (2-я группа) и городской (3-я группа) местности в условиях дополнительных занятий оздоровительной аэробикой значительно превышали контрольных ровесниц к концу 2 курса по относительной мышечной массе, окружности грудной клетки (ОГК), силовому индексу (СИ), количеству эритроцитов, уровню гемоглобина в крови, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), жизненному индексу (ЖИ) на 4,3–20,8 % ($P<0,05$), а по массе тела, *значению индекса Кетле (ИК)*, относительной и абсолютной жировой массе, индексу Руфье (ИР), частоте сердечных сокращений (ЧСС), систолическому артериальному давлению (САД) в покое и после нагрузки, наоборот, уступали на 3,3–27,0 % ($P<0,05$).

Установлено у студенток 2-й группы в течение I–IV учебных семестров значения ЖЕЛ, ЖИ, ЧСС, АД до и после функциональной нагрузки представляли адекватную физиологическую мозаичность, свидетельствующую о более совершенном функционировании кардиореспираторной системы организма.

У студенческой молодежи сравниваемых групп в ходе экспериментов наблюдали и положительные, и отрицательные корреляционные отношения. Установленные в обеих сериях наблюдений различия в уровне напряженности адаптивных перестроек у студенток контрольной и опытной групп обусловлены разными режимами двигательной активности. При этом колебания значений степени адаптированности (резистентности) к режиму обучения в высшей школе у исследуемых студенток младших курсов объясняются адекватными физиолого-биохимическими реакциями их функциональных систем.

СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект изучения

Студентки 1 и 2 курсов (состояние физического развития, кардиореспираторной системы; кровь)

Условия экспериментов

Обучение в вузе согласно ГОС ВПО
для педагогических специальностей

Группа	**Уровень двигательной активности**
1 (контрольная) – студентки из сельской и городской местности	в соответствии с программой для ОМГ
2 – студентки из сельской местности	в соответствии с программой для ОМГ + дополнительный комплекс физических упражнений
3 – студентки из городской местности	в соответствии с программой для ОМГ + дополнительный комплекс физических упражнений

Методы исследований

Клинико-физиологические	Гематологические	Математические

Внедрение научных положений в:

Учебный и тренировочный процесс

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»	Чебоксарского политехнического института (филиала) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет»	Чебоксарского кооперативного института (филиала) АНО ВПО ЦРФ «Российский университет кооперации»	РГОУ СПО «Чебоксарское училище олимпийского резерва (техникум)»

У студенческой молодежи контрольной и опытных групп по мере взросления имело место уменьшение числа корреляционных отношений между изучаемыми структурно-функциональными показателями и адаптационными процессами организма (соответственно от 8 до 7 и от 8 до 5), выражающими различную степень адаптированности студенток к условиям обучения в вузе.

Средние значения по изучаемым параметрам соматометрии, гематологического профиля, сердечно-сосудистой и дыхательной систем при сравнении студенток младших курсов 1-й (контрольной), 2-й (из сельской местности) и 3-й (из городской местности) групп имели девушки 3-й группы.

Резюме. Выявлено, что значения АП (интегральный показатель адаптации) у студенток сравниваемых групп волнообразно снижались от начала 1 к концу 2 курса и были ниже во 2-й группе по сравнению с контрольными параметрами (1,89–1,61 против 1,83–1,73 у. е.), что свидетельствует о более успешной адаптации организма студенток из сельской местности к режиму обучения в высшей школе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Быков, Е. В.* Влияние уровня двигательной активности на функциональное состояние здоровья учащихся 12–17 лет и физиологическое обоснование оздоровительных программ : автореф. дис. … д-ра мед. наук : 05.13.01 / Е. В. Быков. – Курган, 2002. – 50 с.

2. *Ванюшин, Ю. С.* Типы кардиореспираторной системы на физическую нагрузку / Ю. С. Ванюшин, Г. А. Павлова // Материалы XIX съезда Филологического общества им. И. П. Павлова. – Екатеринбург, 2004. – С. 169–170.

3. *Юсупов, Р. А.* Эколого-физиологическое обоснование методов и средств оптимизации качества жизни и охраны здоровья населения (по материалам Республики Татарстан) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.13 / Р. А. Юсупов. – М., 2007. – 44 с.

УДК 514.75

О НЕКОТОРЫХ КЛАССАХ СЕТЕЙ, ЗАДАННЫХ НА РЕГУЛЯРНОЙ ГИПЕРПОВЕРХНОСТИ ПРОЕКТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА

SOME CLASSES OF THE NETWORKS ON A REGULAR HYPERSURFACE OF PROJECTIVE SPACE

Н. В. Кондратьева

N. V. Kondratyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В настоящей работе изучается двойственная геометрия сопряженных сетей Σ_{n-1}, заданных на регулярной гиперповерхности V_{n-1} n-мерного проективного пространства P_n. В частности, рассмотрены сопряженные сети, являющиеся чебышевскими первого и второго рода одновременно, а также голономная сопряженная сеть с совпавшими псевдофокусами и псевдофокальными гиперплоскостями.

Abstract. This paper deals with dual geometry of conjugate networks Σ_{n-1} on a regular hypersurface of n-dimensional projective space P_n. In particular, conjugate Chebyshev networks of the first and second type simultaneously, as well as a holonomic conjugate network with the coincided pseudo-focuses and pseudo-focal hyperplanes, are described.

Ключевые слова: *гиперповерхность, сеть, нормализация, псевдофокус, псевдофокальная гиперплоскость, двойственность.*

Keywords: *hypersurface, network, normalization, pseudo-focus, pseudo-focal hyperplane, duality.*

Актуальность исследуемой проблемы. Следует заметить, что практически все исследования по теории сетей проведены без привлечения теории двойственности. Исключение составляют работы А. И. Чахтаури по двумерным сетям и некоторые работы А. В. Столярова – по многомерным. В начальной стадии находятся исследования двойственной геометрии аналогов сетей на неголономных подмногообразиях, погруженных в пространства проективной структуры. Все это говорит об актуальности темы исследования.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с использованием инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований, а именно, методом внешних форм Э. Картана [5], методом нормализации А. П. Нордена [3], методом продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми, актуальными и достоверными, они были доложены на I Международной научно-практической конференции «Наука и современность – 2010».

На протяжении всего изложения индексы принимают следующие значения:

$$I, K,\ L = \overline{0, n};\ i, j, k, l, s, t = \overline{1, n-1}.$$

1. Отнесем гиперповерхность V_{n-1} n-мерного проективного пространства P_n к точечному реперу первого порядка $R = \{A_I\}$, т. е. вершину A_0 репера совместим с текущей точкой гиперповерхности и вершины A_i расположим в касательной гиперплоскости. Бесконечно малые перемещения этого репера определяются уравнениями:

$$dA_0 = \omega_0^0 A_0 + \omega_0^i A_i, \tag{1,а}$$

$$dA_i = \omega_i^0 A_0 + \omega_i^k A_k + \omega_i^n A_n, \tag{1,б}$$

$$dA_n = \omega_n^0 A_0 + \omega_n^i A_i + \omega_n^n A_n, \tag{1,в}$$

где формы ω_I^K удовлетворяют структурным уравнениям пространства [5]

$$D\omega_I^K = \omega_I^L \wedge \omega_L^K,\ \omega_L^L = 0. \tag{2}$$

Дифференциальное уравнение гиперповерхности V_{n-1} в выбранном репере имеет вид:

$$\omega_0^n = 0. \tag{3}$$

Продолжая уравнение (3), имеем

$$\omega_i^n = \Lambda_{ik}^n \omega_0^k,\ \Lambda_{[ik]}^n = 0; \tag{4}$$

продолжая последние уравнения, получим

$$d\Lambda_{ik}^n + \Lambda_{ik}^n\left(\omega_0^0 + \omega_n^n\right) - \Lambda_{it}^n \omega_k^t - \Lambda_{tk}^n \omega_i^t = \Lambda_{ikl}^n \omega_0^l, \tag{5}$$

где функции Λ_{ikl}^n симметричны по любой паре нижних индексов.

Предположим, что гиперповерхность $V_{n-1} \subset P_n$ является регулярной, т. е. тензор Λ_{ik}^n невырожден: $\Lambda = \left|\Lambda_{ik}^n\right| \neq 0$, следовательно, можно рассматривать обращенный тензор Λ_n^{ik}, компоненты которого определяются соотношениями

$$\Lambda_n^{il}\Lambda_{lk}^n = \Lambda_n^{li}\Lambda_{kl}^n = \delta_k^i \tag{6}$$

и удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$d\Lambda_n^{ik} - \Lambda_n^{ik}\left(\omega_0^0 + \omega_n^n\right) + \Lambda_n^{is}\omega_s^k + \Lambda_n^{sk}\omega_s^i = -\Lambda_n^{it}\Lambda_n^{sk}\Lambda_{tsl}^n \omega_0^l. \tag{7}$$

Функция Λ есть относительный инвариант второго порядка:

$$d\ln\Lambda + (n+1)\left(\omega_0^0 + \omega_n^n\right) = \Lambda_l \omega_0^l,\ \Lambda_l = \Lambda_n^{jk}\Lambda_{kjl}^n. \tag{8}$$

С регулярной гиперповерхностью $V_{n-1} \subset P_n$ ассоциируются два проективных пространства $P_n(V_{n-1})$ и $\overline{P}_n(V_{n-1})$ с общей базой V_{n-1} [4], двойственные относительно инволютивного преобразования $I: \omega_I^K \to \overline{\omega}_I^K$ структурных форм по закону

$$\overline{\omega}_0^n = \omega_0^n = 0,\ \overline{\omega}_0^i = \omega_0^i,\ \overline{\omega}_0^0 = \omega_0^0 - \frac{\Lambda_l}{n+1}\omega_0^l,$$

$$\overline{\omega}_n^0 = \omega_n^0,\ \overline{\omega}_n^n = \omega_n^n - \frac{\Lambda_l}{n+1}\omega_0^l,\ \overline{\omega}_n^i = -\Lambda_n^{il}\omega_l^0, \tag{9}$$

$$\overline{\omega}_i^n = -\Lambda_{li}^n \omega_0^l,\ \overline{\omega}_i^0 = \Lambda_{li}^n \omega_n^l,\ \overline{\omega}_k^i = \omega_k^i + \left(\Lambda_n^{il}\Lambda_{lkt}^n - \delta_k^i \frac{\Lambda_t}{n+1}\right)\omega_0^t;$$

заметим, что согласно [4] инволютивность преобразования I означает, что $I \equiv I^{-1}$.

Формы $\overline{\omega}_I^K$ служат формами инфинитезимального перемещения тангенциального репера $\{\xi_I\}$: $d\xi_I = \overline{\omega}_I^K \xi_K$, где

$$\xi_0 = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Lambda}}\left[A_0 A_1 \ldots A_{n-1}\right],\ \xi_n = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Lambda}}\left[A_n A_1 \ldots A_{n-1}\right],$$
$$\xi_i = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Lambda}}\sum_{k=1}^{n-1}\Lambda_{ki}^n\left[A_0 A_1 \ldots A_{k-1} A_n A_{k+1} \ldots A_{n-1}\right]. \tag{10}$$

Относительно тангенциального репера (10) образ $\overline{V}_{n-1}$, двойственный V_{n-1}, определяется уравнением, аналогичным (3):

$$\overline{\omega}_0^n = 0. \tag{11}$$

В четвертой дифференциальной окрестности точки $A_0 \in V_{n-1} \subset P_n$ определяется поле инвариантных соприкасающихся гиперквадрик [4]

$$\Lambda_{ik}^n x^i x^k + \frac{2\Lambda_i}{n+1} x^i x^n + S_n \left(x^n\right)^2 = 2x^0 x^n, \tag{12}$$

где

$$S_n = \frac{1}{n^2-1}\Lambda_n^{ik}\left(\Lambda_{ik} - \frac{\Lambda_i \Lambda_k}{n+1}\right);$$

функции Λ_{ik} входят в дифференциальные уравнения

$$d\Lambda_i - \Lambda_t \omega_i^t + \Lambda_i \omega_0^0 + (n+1)\left(\omega_i^0 - \Lambda_{is}^n \omega_n^s\right) = \Lambda_{il}\omega_0^l,\ \Lambda_{[il]} = 0. \tag{13}$$

Предположим, что гиперповерхность $V_{n-1} \subset P_n$ нормализована [3] полями квазитензоров ν_n^i, ν_i^0:

$$d\nu_n^i - \nu_n^i \omega_n^n + \nu_n^k \omega_k^i + \omega_n^i = \nu_{nl}^i \omega_0^l, \tag{14}$$
$$d\nu_i^0 + \nu_i^0 \omega_0^0 - \nu_k^0 \omega_i^k + \omega_i^0 = \nu_{il}^0 \omega_0^l. \tag{15}$$

Следуя [4], можно доказать, что нормализация одной из регулярной гиперповерхностей $V_{n-1} \subset P_n$ и $\overline{V}_{n-1} \subset \overline{P}_n$ равносильна нормализации другой; при этом компоненты полей оснащающих объектов $\left\{\nu_n^i, \nu_i^0\right\}$, $\left\{\overline{\nu}_n^i, \overline{\nu}_i^0\right\}$ связаны соотношениями

$$\overline{\nu}_n^i = -\Lambda_n^{il}\nu_l^0,\ \overline{\nu}_i^0 = \Lambda_{li}^n \nu_n^l;$$
$$d\overline{\nu}_n^i - \overline{\nu}_n^i \overline{\omega}_n^n + \overline{\nu}_n^j \overline{\omega}_j^i + \overline{\omega}_n^i = \overline{\nu}_{nj}^i \omega_0^j,\ \overline{\nu}_{nj}^i = -\Lambda_n^{il}\nu_{lj}^0; \tag{16}$$
$$d\overline{\nu}_i^0 + \overline{\nu}_i^0 \overline{\omega}_0^0 - \overline{\nu}_j^0 \overline{\omega}_i^j + \overline{\omega}_i^0 = \overline{\nu}_{ij}^0 \omega_0^j,\ \overline{\nu}_{ij}^0 = \Lambda_{li}^n \nu_{nj}^l;$$

при этом индуцируются две двойственные [4] аффинные связности ∇, $\overline{\nabla}$ без кручения, которые определяются системами форм $\left\{\theta_0^i, \theta_k^i\right\}$, $\left\{\overline{\theta}_0^i, \overline{\theta}_k^i\right\}$ соответственно:

$$\theta_0^i = \omega_0^i,\ \theta_k^i = \omega_k^i - \nu_n^i \omega_k^n - \delta_k^i\left(\omega_0^0 - \nu_l^0 \omega_0^l\right) + \nu_k^0 \omega_0^i,$$
$$\overline{\theta}_0^i = \theta_0^i,\ \overline{\theta}_k^i = \theta_k^i + \nu_n^i \omega_k^n + \delta_k^i\left(\nu_n^l \omega_l^n - \nu_s^0 \omega_0^s\right) + \tag{17}$$
$$+ \Lambda_n^{il}\left(\Lambda_{lks}^n - \nu_l^0 \Lambda_{sk}^n\right)\omega_0^s + \left(\Lambda_{lk}^n \nu_n^l - \nu_k^0\right)\omega_0^i.$$

Формы (17) удовлетворяют структурным уравнениям Картана–Лаптева [2]:

$$D\omega_0^i = \omega_0^k \wedge \theta_k^i,\ D\theta_j^i = \theta_j^k \wedge \theta_k^i + \frac{1}{2} R_{jst}^i \omega_0^s \wedge \omega_0^t,$$
$$D\omega_0^i = \omega_0^k \wedge \overline{\theta}_k^i,\ D\overline{\theta}_j^i = \overline{\theta}_j^k \wedge \overline{\theta}_k^i + \frac{1}{2} \overline{R}_{jst}^i \omega_0^s \wedge \omega_0^t. \tag{18}$$

Тензоры кривизны $R_{kst}^i, \overline{R}_{kst}^i$ соответствующих пространств аффинной связности $A_{n-1,n-1}$ и $\overline{A}_{n-1,n-1}$ имеют вид:

$$R_{kst}^i = 2(\nu_{k[s}^0 \delta_{t]}^i - \nu_{n[s}^i \Lambda_{|k|t]}^n - \nu_n^l \nu_n^i \Lambda_{k[s}^n \Lambda_{|l|t]}^n -$$
$$- \nu_k^0 \nu_{[s}^0 \delta_{t]}^i - \nu_{[st]}^0 \delta_k^i + \nu_n^l \nu_l^0 \Lambda_{k[s}^n \delta_{t]}^i), \tag{19}$$

$$\overline{R}_{kst}^i = 2(\Lambda_{lk}^n \nu_{n[s}^l \delta_{t]}^i - \Lambda_{l[s}^n \nu_{|n|t}^l - \Lambda_n^{il} \nu_{l[s}^0 \Lambda_{t]k}^n - \Lambda_n^{il} \nu_l^0 \nu_{[s}^0 \Lambda_{t]k}^n -$$
$$- \Lambda_{lk}^n \nu_n^l \nu_n^j \Lambda_{j[s}^n \delta_{t]}^i - \nu_n^l \nu_l^0 \delta_{[s}^i \Lambda_{t]k}^n). \tag{20}$$

Аналитические условия параллельного перенесения допустимого [3] направления $A_0 M$, где $M = \lambda^i\left(\nu_i^0 A_0 + A_i\right)$, в аффинных связностях ∇ и $\overline{\nabla}$ вдоль кривой $l \subset V_{n-1}\ \left(\omega_0^s = \mu^s \theta,\ \omega_0^n = 0\right)$ записываются соответственно в виде

$$d\lambda^i + \lambda^k \theta_k^i = \Omega \lambda^i \ (\mathrm{mod}\ l), \tag{21}$$
$$d\lambda^i + \lambda^k \overline{\theta}_k^i = \overline{\Omega} \lambda^i \ (\mathrm{mod}\ l). \tag{22}$$

2. Пусть на гиперповерхности V_{n-1} задана сеть Σ_{n-1}. Касательные к линиям сети в точке A_0 примем за ребра $A_0 A_i$ репера $R = \{A_I\}$, в силу чего в уравнениях (1) формы $\omega_i^k, i \neq k$ становятся главными:

$$\omega_i^k = a_{il}^k \omega_0^l, i \neq k\ . \tag{23}$$

Продолжая уравнения (23), имеем

$$da_{il}^k + a_{il}^k\left(\omega_0^0 + \omega_k^k - \omega_i^i - \omega_l^l\right) - \delta_l^k \omega_i^0 + \Lambda_{il}^n \omega_n^k = a_{ilt}^k \omega_0^t,\ i \neq k\ , \tag{24}$$

где

$$a_{ilt}^k = \widetilde{a}_{ilt}^k + \sum_{s \neq t} a_{is}^k a_{lt}^s - \sum_{p \neq i,k} a_{il}^p a_{pt}^k,\ i \neq k\ , \tag{25}$$

$$\widetilde{a}_{i[lt]}^k = 0,\ i \neq k\ . \tag{26}$$

Из соотношений (9), (23) следует

$$\overline{\omega}_i^k = \overline{a}_{il}^k \overline{\omega}_0^l, i \neq k\ ; \tag{27}$$

соотношения (27) представляют собой уравнения «тангенциальной сети» $\overline{\Sigma}_{n-1} \subset \overline{V}_{n-1}$, двойственной исходной $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$, где, в частности, имеем:

$$\overline{a}_{il}^k = a_{il}^k + \Lambda_n^{ks} \Lambda_{sil}^n,\ i \neq k\ . \tag{28}$$

Согласно (17), (21)–(23), (28) условия параллельного перенесения направления A_0A_i касательной к *i*-ой линии сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$ вдоль ее линии ω_0^l в аффинных связностях ∇ и $\overline{\nabla}$ имеют соответственно вид:

$$a_{il}^k - \nu_n^k \Lambda_{il}^n + \nu_i^0 \delta_l^k = 0,\ k \neq i\,, \tag{29}$$

$$a_{il}^k + \Lambda_n^{ks} \Lambda_{sil}^n + \delta_l^k \Lambda_{si}^n \nu_n^s - \Lambda_n^{ks} \Lambda_{li}^n \nu_s^0 = 0,\ k \neq i\,. \tag{30}$$

Если на гиперповерхности $V_{n-1} \subset P_n$ задано поле инвариантных нормалей первого рода ν_n^i, то точки $F_i^k\ (i \neq k)$ на касательных A_0A_i к линиям сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1} \subset P_n$, определяемые по формуле

$$F_i^k = \left(\Lambda_{ik}^n \nu_n^k - a_{ik}^k\right) A_0 + A_i,\ k \neq i\,, \tag{31}$$

являются инвариантными $\left(\delta F_i^k = \Theta F_i^k\right)$. Эти точки В. Т. Базылевым [1] названы *псевдофокусами* касательных к линиям сети.

Точка

$$F_i = \frac{1}{n-2} \sum_{k \neq i} F_i^k \tag{32}$$

называется гармоническим полюсом [6] точки A_0 относительно псевдофокусов F_i^k; $(n-2)$-мерная плоскость $[F_i]$ называется *гармонической плоскостью* сети Σ_{n-1} или, согласно терминологии А. П. Нордена [3], ее *гармонической гиперпрямой*.

Приведем построение образов η_i^k, двойственных F_i^k и определяемых сетью $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1} \subset P_n$. Если на гиперповерхности $V_{n-1} \subset P_n$ задано поле инвариантных нормалей второго рода, определяемое полем квазитензора ν_i^0, то для тангенциальной сети $\overline{\Sigma}_{n-1} \subset \overline{V}_{n-1} \subset \overline{P}_n$ каждую из инвариантных гиперплоскостей η_i^k пучка $\xi_i \cap \xi_0$, определяемую по формуле

$$\eta_i^k = \left(\overline{\Lambda}_{ik}^n \overline{\nu}_n^k - \overline{a}_{ik}^k\right) \xi_0 + \xi_i,\ k \neq i\,,$$

назовем *псевдофокальной*; в силу соотношений (16_1), (28), $\overline{\Lambda}_{ik}^n = -\Lambda_{ik}^n$ (см. (9)) последние выражения примут вид:

$$\eta_i^k = \left(\Lambda_{ki}^n \Lambda_n^{kl} \nu_l^0 - a_{ik}^k - \Lambda_n^{kl} \Lambda_{lik}^n\right) \xi_0 + \xi_i,\ i \neq k\,. \tag{33}$$

Гиперплоскость

$$\eta_i = \frac{1}{n-2} \sum_{k \neq i} \eta_i^k \tag{34}$$

назовем *гармоническим полюсом второго рода* сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$, а прямую пересечения гармонических полюсов второго рода – *гармонической прямой* сети.

3. Рассмотрим сеть $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$, сопряженную относительно поля асимптотического тензора второго порядка Λ_{il}^n: $\Lambda_{ik}^n = 0, i \neq k$; из дифференциальных уравнений (5) для компонента $\Lambda_{ik}^n = 0, i \neq k$ с использованием (23) находим

$$\Lambda_{ikt}^n = -\left(\Lambda_{kk}^n a_{it}^k + \Lambda_{ii}^n a_{kt}^i\right),\ i \neq k\,. \tag{35}$$

Согласно (31), (33), (35) псевдофокусы и псевдофокальные гиперплоскости сопряженной сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$ не зависят от нормализации гиперповерхности и определяются формулами

$$F_i^k = -a_{ik}^k A_0 + A_i,\ i \neq k\ , \tag{36}$$

$$\eta_i^k = \Lambda_n^{kk} \Lambda_{ii}^n a_{kk}^i \xi_0 + \xi_i,\ i \neq k\ ; \tag{37}$$

следовательно, поля ее гармонических гиперпрямых $[F_i]$ и прямых $[\eta_i]$ определяются соответственно полями квазитензоров

$$q_i^0 = -\frac{1}{n-2} \sum_{k \neq i} a_{ik}^k,\ dq_i^0 + q_i^0 \left(\omega_0^0 - \omega_i^i\right) + \omega_i^0 = q_{ij}^0 \omega_0^j\ , \tag{38}$$

$$q_n^i = -\frac{1}{n-2} \sum_{k \neq i} \Lambda_n^{kk} a_{kk}^i,\ dq_n^i + q_n^i \left(\omega_i^i - \omega_n^n\right) + \omega_n^i = q_{nj}^i \omega_0^j\ . \tag{39}$$

Если соотношения (29) или (30) справедливы при $l = i$ для любого i (для любых $i \neq l$), то сеть $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1} \subset P_n$ называется *геодезической (чебышевской*) соответственно первого или второго рода относительно данной нормализации гиперповерхности V_{n-1}.

Для сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$, сопряженной относительно поля тензора Λ_{st}^n, в силу (29), (30), (35) условием ее геодезичности первого или второго рода является выполнение соотношений соответственно

$$a_{ii}^k - \nu_n^k \Lambda_{ii}^n = 0,\ i \neq k\ , \tag{40}$$

$$\nu_i^0 + a_{ik}^k = 0,\ i \neq k\ . \tag{41}$$

Аналогично рассматриваемая сеть является чебышевской первого или второго рода тогда и только тогда, когда справедливы соотношения соответственно:

$$a_{it}^k + \nu_i^0 \delta_t^k = 0,\ i \neq k, t\ , \tag{42}$$

$$a_{kt}^i \Lambda_n^{kk} - \nu_n^i \delta_t^k = 0,\ i \neq k, t\ . \tag{43}$$

Из равенств (40), (41) с учетом выражений псевдофокусов F_i^k (см. (36)) и псевдофокальных гиперплоскостей η_i^k (см. (37)) для сопряженной сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1} \subset P_n$ следует

Теорема 1. Сопряженная сеть на регулярной гиперповерхности $V_{n-1} \subset P_n$ является сетью с совпавшими псевдофокусами F_i^k (псевдофокальными гиперплоскостями η_i^k) тогда и только тогда, когда относительно поля гармонических гиперпрямых (гармонических прямых) данная сеть является геодезической второго (первого) рода.

Замечание. Согласно (42), (43), к классу сетей $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$ с совпавшими псевдофокусами (псевдофокальными гиперплоскостями) принадлежит сопряженная чебышевская сеть первого (второго) рода.

Пусть регулярная гиперповерхность $V_{n-1} \subset P_n$, $n > 3$, несущая сопряженную сеть $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$, являющуюся чебышевской первого и второго родов одновременно, нормализована полями гармонических гиперпрямых и прямых сети. В репере $A_i \equiv F_i$ $\left(q_i^0 = 0\right)$, $[A_0 A_n] \equiv [\eta_i]$ $\left(q_n^i = 0\right)$ тензор кривизны R_{kst}^i (см. (19)) аффинной связности ∇ имеет вид:

$$R_{kst}^i = q_{ks}^0 \delta_t^i - q_{kt}^0 \delta_s^i - q_{ns}^i \Lambda_{kt}^n + q_{nt}^i \Lambda_{ks}^n = 0\ . \tag{44}$$

Так как в выбранном репере имеют место равенства $\Lambda^n_{ij} = q^0_{ij} = q^i_{nj} = 0$, $i \neq j$, то компоненты тензора кривизны (44) имеют строение

$$R^i_{klt} = 0, k, l, t - \textit{разные индексы};$$
$$R^i_{kss} = 0 \textit{ при любых } i, k, s;\ R^i_{kkt} = 0, i, k \neq t; \tag{45}$$
$$R^i_{kki} = q^0_{kk} + q^i_{ni}\Lambda^n_{kk}, i \neq k, \textit{ по } i \textit{ нет суммирования}.$$

Замыкая уравнение $\omega^j_i = 0, i \neq j$ ($a^j_{ij} = a^j_{ii} = a^j_{il} = 0$, все индексы различны), находим

$$q^0_{kk} + q^i_{ni}\Lambda^n_{kk} = 0, i \neq k, \textit{ по } i \textit{ нет суммирования}.$$

Последние равенства вместе с (45) доказывают, что связность ∇ – плоская, т. е. пространство аффинной связности $A_{n-1,n-1}$ вырождается (локально) в аффинное пространство A_{n-1}. Доказана

Теорема 2. Внутренняя геометрия пространства аффинной связности $A_{n-1,n-1}$ без кручения, индуцируемого нормализацией регулярной гиперповерхности $V_{n-1} \subset P_n$, $n > 3$ полями гармонических гиперпрямых и прямых сопряженной сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1}$, являющейся чебышевской первого и второго родов одновременно, есть аффинная (локально).

Следствие. В условиях теоремы 2 внутренняя геометрия двойственного пространства аффинной связности без кручения $\overline{A}_{n-1,n-1}, n > 3$ также является аффинной (локально).

4. Рассмотрим голономную сопряженную сеть $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1} \subset P_n$ с совпавшими псевдофокусами F^k_i и псевдофокальными гиперплоскостями η^k_i. Известно [1], что критерием голономности сети (т. е. вполне интегрируемости любого из уравнений $\omega^k_0 = 0$) является

$$a^k_{[il]} = 0, k \neq i, l. \tag{46}$$

Согласно теореме 1 рассматриваемая сеть является геодезической первого и второго рода относительно полей ее гармонических прямых и гиперпрямых, т. е. справедливы равенства (40), (41).

Из соотношений (41) доказывается, что

$$\nu^0_{[it]} = 0. \tag{47}$$

Аналогичным образом доказывается (исходя из равенств (40)), что в случае рассматриваемой сети $\Sigma_{n-1} \subset V_{n-1} \subset P_n$ при $n > 3$ справедливо

$$\Lambda^n_{s[i}\nu^s_{|n|t]} = 0. \tag{48}$$

Из выражений (19), (20) получим

$$R_{[st]} = n\nu^0_{[st]} - \nu^i_{n[s}\Lambda^n_{|i|t]},\ \overline{R}_{[st]} = n\nu^i_{n[s}\Lambda^n_{|i|t]} - \nu^0_{[st]}, \tag{49}$$

где R_{st}, $\overline{R}_{st}$ тензоры Риччи двойственных аффинных связностей ∇ и $\overline{\nabla}$.

Таким образом, в силу (47)–(49) справедлива

Теорема 3. Если гиперповерхность $V_{n-1} \subset P_n, n > 3$, несущая голономную сопряженную сеть с совпавшими псевдофокусами и псевдофокальными гиперплоскостями, нормализована полями гармонических прямых и гиперпрямых сети, то индуцируемые двойственные аффинные связности ∇ и $\overline{\nabla}$ являются эквиаффинными, а их средняя геометрия – риманова.

Резюме. Установлено, что сопряженная сеть на регулярной гиперповерхности является сетью с совпавшими псевдофокусами (псевдофокальными гиперплоскостями) тогда и только тогда, когда относительно поля гармонических гиперпрямых (гармонических прямых) данная сеть является геодезической второго (первого) рода.

Доказано, что если гиперповерхность, несущая голономную сопряженную сеть с совпавшими псевдофокусами и псевдофокальными гиперплоскостями, нормализована полями гармонических прямых и гиперпрямых сети, то индуцируемые двойственные аффинные связности являются эквиаффинными, а их средняя геометрия – риманова.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Базылев, В. Т.* О сетях на многомерных поверхностях проективного пространства / В. Т. Базылев // Известия вузов. Математика. – 1966. – № 2. – С. 9–19.

2. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

3. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

4. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 1994. – 290 с.

5. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

6. *Casanova, G.* La notion de pole harmonique / G. Casanova // Rev. math. spec. – 1955. – № 6. – P. 437–440.

УДК 612.017.2 :378

КОРРИГИРОВАНИЕ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ БИОПРЕПАРАТОМ «СЕЛЕНЕС+»*

ADAPTATION OF THE FIRST YEAR STUDENTS TO THE SYSTEM OF EDUCATION AT THE UNIVERSITY WITH THE HELP OF THE FOOD SUPPLEMENT «SELENS+»

Н. А. Кузьмина, С. Г. Табаков, А. В. Панихина, А. А. Шуканов

N. A. Kuzmina, S. G. Tabakov, A. V. Panikhina, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Прием студентами 1 курса биогенного соединения «Селенес+» сопровождается положительной коррекцией морфофизиологического статуса организма.

Abstract. Taking the biogenic compound «Selenes+» by the first year students is accompanied by the correction of the morphophysiological status of their organism.

Ключевые слова: *студенты, адаптация, первокурсники, физиологический статус, «Селенес+».*

Keywords: *students, adaptation, first year students, physiological status, «Selenes+».*

Актуальность исследуемой проблемы. В последние годы все большую тревогу вызывает состояние здоровья молодого поколения нашей страны. Поэтому одной из основных задач является приведение образовательного процесса в соответствие с психофизиологическими возможностями учащихся. Для решения этой задачи необходимо знание особенностей адаптации студентов младших курсов к учебным нагрузкам [1], [2].

Согласно современным представлениям биологическое значение селена для живых организмов в первую очередь определяется его антиоксидантным и иммуномодулирующим действием. При пониженной обеспеченности организма селеном и соответственно при низком содержании этого микроэлемента в крови у человека наблюдается снижение уровня неспецифической резистентности на фоне неблагоприятных факторов окружающей среды. Следовательно, включение селенсодержащих биологически активных добавок в рацион учащейся молодежи приобретает особенную актуальность [3], [4].

В контексте изложенного выше целью наших исследований явилось изучение особенностей адаптации студентов-первокурсников к условиям обучения в вузе с учетом использования биопрепарата «Селенес+».

Материал и методика исследований. Проведена серия экспериментов и лабораторных исследований на базе Чебоксарского политехнического института (филиала) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет» с участием 30 юношей в возрасте 17–18 лет (по 10 чел. в каждой группе) основной медицинской группы. Испы-

* Статья публикуется при финансовой поддержке РГНФ, проект № 09-06-22606 а/В.

туемые в течение 1и 2 учебных семестров были разделены на 3 группы: I группа – контрольная, студенты II группы принимали плацебо, III группы – «Селенес+» перорально по 1 драже ежедневно согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ. Первокурсникам II и III групп за 1 месяц до начала экзаменационных сессий (декабрь, май) назначали плацебо и «Селенес+» соответственно.

В начале (сентябрь, февраль), конце (декабрь, май) теоретического обучения, в периоды зимней (январь) и летней (июнь) экзаменационных сессий 1–2 семестров проводили оценку гематологической, биохимической картины и состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) учащейся молодежи с применением современных клинико-физиологических и математических методов исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в ходе экспериментов количество эритроцитов в крови первокурсников I и II групп уменьшалось от начала к концу 1 семестра (5,41±0,07 против 5,20±0,12 и 5,73±0,06 против 5,34±0,09 млн/мкл) соответственно. В течение 2 семестра, напротив, оно возрастало от начала теоретического обучения (5,18±0,11–5,20±0,121 млн/мкл) к концу летней экзаменационной сессии (5,33±0,09–5,40±0,08 млн/мкл). В то же время число эритроцитов у первокурсников III группы имело тенденцию плавного повышения в возрастном аспекте от 5,30±0,079–5,49±0,121 млн/мкл до 5,48±1,21–5,76±0,063 млн/мкл. Различие в количестве эритроцитов у студентов сравниваемых групп на протяжении 1 и 2 семестров носило недостоверный характер.

Характер изменений уровня гемоглобина в целом соответствовал динамике числа эритроцитов.

Отмечено, что если количество лейкоцитов в крови исследуемых студентов 1 курса заметно увеличивалось от начала к концу 1 учебного семестра (6,82±0,528–7,54±0,488 против 6,97±0,019–8,25±0,252 тыс./мкл), то во 2 семестре этот гематологический показатель, наоборот, неуклонно снижался к концу исследований от 7,64±0,337–7,87±0,317 до 6,22±0,13–6,82±0,127 тыс./мкл).

Активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) у студентов контрольной группы в течение 1 курса волнообразно повышалась по мере их взросления с пиком ее значений в периоды как зимней (январь), так и летней (июнь) экзаменационных сессий (4,97±0,188 и 4,84±0,143 mV соответственно).

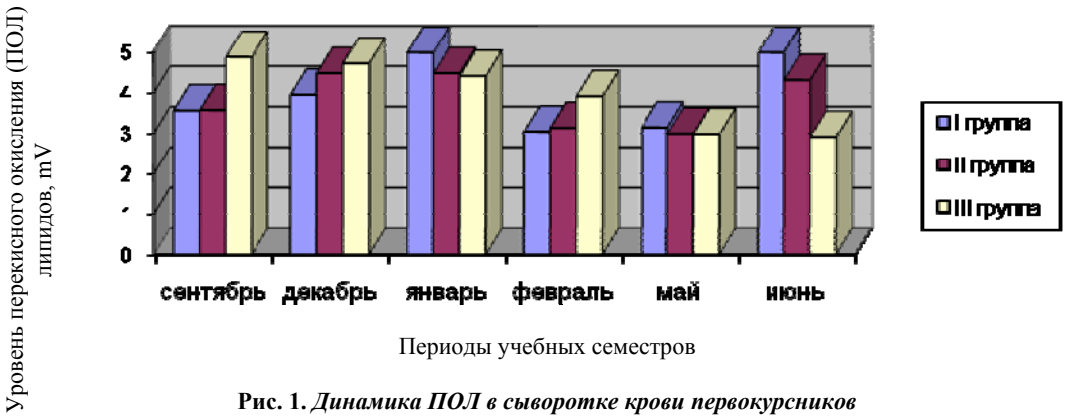


Рис. 1. ***Динамика ПОЛ в сыворотке крови первокурсников***

Если активность изучаемого биохимического параметра у студенческой молодежи III группы от начала к концу 1 учебного семестра имела тенденцию незначительного снижения (4,70±0,184–3,89±1,601 mV), то она заметно снижалась по мере взросления студентов от начала 2 семестра к его концу (3,59±0,191–2,89±0,120 mV).

Активность ПОЛ у студентов в условиях применения биопрепарата «Селенес+» к концу 1 курса была на 40,28 % ниже, чем в контроле (P<0,001).

Противоположная закономерность выявлена в динамике активности антиоксидантной системы (АОС) у студентов III группы: в течение 1 курса она волнообразно повышалась от 1,11±0,036–1,57±0,089 mV/c и значительно превышала контрольные параметры в периоды и зимней, и летней экзаменационных сессий (P<0,01–0,001).

Во все сроки исследований по активности изучаемых биохимических показателей крови промежуточное положение между первокурсниками контрольной и III групп занимали их ровесники II группы (плацебо).

Анализ динамики значений частоты сердечных сокращений (ЧСС) показал, что этот параметр у исследуемых первокурсников волнообразно увеличивался от начала как 1, так и 2 учебных семестров к их концу. Причем максимальные значения ЧСС отмечены в периоды и зимней (89,90±3,54–92,10±3,69 уд/мин), и летней (82,50±1,601–87,60±2,76 уд/мин) экзаменационных сессий, что свидетельствует о выраженных признаках тахикардии (P>0,05).

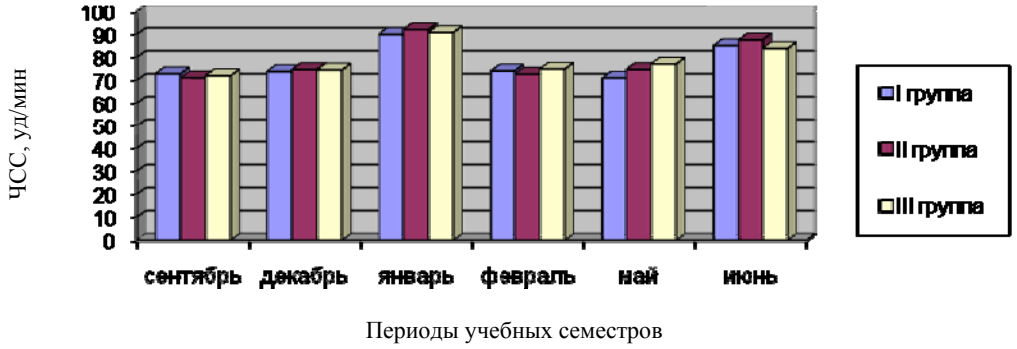


Рис. 2. ***Динамика значений ЧСС первокурсников***

Также отмечено, что характер изменений пульсового давления (ПД) у юношей сравниваемых групп в течение первого года обучения волнообразно колебался от начала 1 курса (сентябрь) к его концу (июнь) от 48,40±4,718–52,80±2,385 до 46,10±3,259–56,90±1,572 мм рт. ст. При этом максимальные значения ПД имели место в течение как зимней, так и летней экзаменационных сессий.

Динамика показателей систолического артериального давления (САД) в целом соответствовала характеру колебаний ЧСС. Так, значения САД у исследуемой студенческой молодежи сравниваемых групп имели тенденцию роста от начала экспериментов (сентябрь) к их концу (июнь) от 119,60±1,24–122,30±3,69 до 128,40±0,954–136,80±1,56 мм рт. ст. (P>0,05).

Характер изменений параметров диастолического артериального давления (ДАД) в основном соответствовал динамике значений САД.

При анализе динамики значений систолического объема крови (СОК), характеризующих количество выбрасываемой желудочками крови за период одной систолы, выявлено, что если у юношей I (контроль) и III («Селенес+») групп они в течение 1 и 2 учебных семестров неуклонно снижались от 24,58±1,595–26,55±2,90 до 20,96±2,431–24,09±0,937 мл соответственно, то у их сверстников II группы (плацебо) – снижались волнообразно (25,46±3,626–27,22±2,597 против 22,18±1,363–25,51±1,666 мл).

Значения минутного объема крови (МОК) у студентов сравниваемых групп в 1 семестре медленно нарастали от начала теоретического обучения к периоду зимней сессии и лежали в пределах 1771,40±131,479–1931,83±206,15 против 1904,24±220,06–2200,57±203,88 мл/мин. Во 2 учебном семестре имело место волнообразное увеличение изучаемого показателя ССС. Таким образом, рост МОК у студентов в период экзаменационных сессий является показателем напряженного функционирования ССС, стресса и утомления.

При анализе динамики параметров двойного произведения (ДП), характеризующих напряжение сердечной мышцы и уровень потребления кислорода миокардом, выявлено, что на всем протяжении 1 курса они были ниже у юношей III группы (87,23±2,482–116,57±2,936) по сравнению с параметрами студентов I и II групп (87,05±4,315–122,27±4,437 у. е.).

Расчет адаптационного потенциала (АП), выражающего критерий приспособляемости организма человека к меняющимся факторам внешней среды, показал, что в течение всего учебного года отмечалось напряжение адаптационных возможностей у исследуемых юношей. Он волнообразно повышался, достигая максимальных значений в ходе как зимней (2,06±0,042–2,46±0,028 у. е.), так и летней (2,08±0,071–2,53±0,055 у. е.) экзаменационных сессий. Этот факт свидетельствует о состоянии относительного напряжения в реализации адаптивных реакций организма.

Резюме. Научно обоснована физиологическая целесообразность корригирования адаптации студентов 1 курса к условиям обучения в вузе с применением биопрепарата «Селенес+». Установлено, что юноши III группы («Селенес+») превосходили контрольных ровесников к концу 2 учебного семестра по активности антиоксидантной системы на 25,77 % (P<0,001) и уступали по числу лейкоцитов крови на 12,1 % (P<0,005) и активности перекисного окисления липидов в сыворотке крови на 40,28 % (P<0,001).

Экспериментально доказано, что студенты III группы («Селенес+») имели достаточно высокий уровень антиоксидантного потенциала и, как следствие, эффективную защиту от гидропероксидного стресса, что способствовало более эффективной адаптации организма к условиям обучения в вузе.

Промежуточное положение по изученным гематологическим и биохимическим параметрам и состоянию ССС между первокурсниками I (контроль) и III («Селенес+») групп занимали их ровесники II (плацебо) группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алтынова, Н. В.* Коррекция физиологического состояния организма студенток младших курсов биопрепаратом «Селенес+» : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.03.01 / Н. В. Алтынова. – Чебоксары, 2010. – 17 с.

2. *Бусловская, Л. К.* Адаптация студентов и школьников к учебным нагрузкам / Л. К. Бусловская // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 1. – С. 38–38.

3. *Голубкина, Н. А.* Оценка уровня потребления селена беременными женщинами в отдельных регионах России и Украины / Н. А. Голубкина, М. В. Шагов // Тезисы I Всероссийского конгресса с международным участием «Питание детей: XXI век». – М. : Институт питания РАМН, 2000. – 28 с.

4. *Тутельян, В. А.* Селен в организме человека / В. А. Тутельян, В. А. Княжев, С. А. Хотимченко. – М. : РАМН, 2002. – 224 с.

УДК 539.374

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ СДВИГОВ НА ДВУОСНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ ПЛАСТИНЫ С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ ОТВЕРСТИЕМ

THE INFLUENCE OF LONGITUDINAL SHIFTS ON BIAXIAL STRETCHING OF THE PLATE WITH THE ELLIPTICAL OPENING

Т. А. Кульпина

T. A. Kulpina

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В настоящей работе исследуется напряженное состояние упругопластической пластины с эллиптическим отверстием с учетом продольных сдвигов при двуосном растяжении под действием внутреннего нормального давления.

Abstract. The exert condition of elastoplastic plate with the elliptical opening taking into account longitudinal shifts on biaxial stretchins under the influence of the inward normal pressure is considered in this article.

Ключевые слова: *упругость, пластичность, пластина, деформация, напряжение.*

Keywords: *elasticity, plasticity, plate, deformation, effort.*

Актуальность исследуемой проблемы. Определение напряженного и деформированного упругопластического состояния тел вблизи отверстий, полостей и других концентраторов напряжений принадлежит к числу актуальных вопросов в машиностроении, строительной механике, горном деле, расчете элементов конструкций, работающих в условиях предельных нагрузок.

Материал и методика исследований. В работе использованы фундаментальный материал по теории идеальной пластичности и метод малого параметра.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно [2], что границей пластической области является эллипс, уравнение которого в обозначениях можно записать в виде

$$\frac{x^2}{(1+\delta)^2}+\frac{y^2}{(1-\delta)^2}=1, \quad \delta=\frac{p_1-p_2}{2}, \tag{1}$$

где p_1, p_2 – усилия на бесконечности, направленные вдоль осей x, y.

Во всей работе величины, имеющие размерность напряжений, отнесем к величине k (пределу текучести на сдвиг), а величины, имеющие размерность длины, – к величине r_s^0 (радиусу пластической зоны при равномерном растяжении $\delta = 0$).

Переходя к полярным координатам $\rho\theta$ по формулам $x=\rho\cos\theta$, $y=\rho\sin\theta$, рассматривая величину δ в качестве малого параметра, из (1) получим:

$$\rho_s = 1+\delta\cos 2\theta-\frac{3}{4}\delta^2(1-\cos 4\theta)+\ldots, \tag{2}$$

где $\rho_s = r_s / r_s^0$, r_s – радиус пластической зоны.

Разложение (2) до четвертого приближения было получено непосредственно методом малого параметра [1].

Пусть дана цилиндрическая система координат $\rho\theta Z$. Рассмотрим в ней упругопластическое состояние бесконечной пластины с эллиптическим отверстием. Направление оси Z возьмем перпендикулярно плоскости пластины. В плоскости $\rho\theta$ пластина растягивается на бесконечности взаимно перпендикулярными усилиями p_1 и p_2 $(p_1 > p_2)$, причем на контуре отверстия действует нормальное давление p_0.

Для безразмерных величин сохраним обозначения:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij}/k, \quad p_0 = p_0/k, \quad q = q/k, \quad G = G/k,$$

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}/r_s^0, \quad u = u/r_s^0, \quad v = v/r_s^0, \quad w = w/r_s^0, \quad \alpha = \alpha/r_s^0,$$

где σ_{ij} – компоненты тензора напряжений, ε_{ij} – компоненты скоростей деформации, u, v, w – компоненты скоростей перемещения вдоль осей ρ, θ, z соответственно.

Решение задачи в упругой и пластической зонах определяется в виде разложения

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij}^{(0)} + \delta\sigma_{ij}^{(I)} + \delta^2\sigma_{ij}^{(II)} + \delta^3\sigma_{ij}^{(III)} + ..., \quad \delta = \frac{p_1 - p_2}{2}, \quad p_1, p_2 = const. \tag{3}$$

На контуре отверстия имеет место условие

$$\sigma_\rho^{(0)p} = -p_0 \quad \text{при} \quad \rho = \alpha, \quad p_0 - const. \tag{4}$$

Предположим, что на контуре отверстия действует касательное усилие $\tau_{\rho z}^0 \neq 0$, тогда в нулевом приближении будем иметь

$$\tau_{\rho z}^{(0)} \neq 0, \quad \tau_{\rho\theta}^{(0)} = \tau_{\theta z}^{(0)} = 0. \tag{5}$$

Определим решения в пластической зоне.

С учетом (5) уравнения равновесия примут вид

$$\begin{aligned} &\frac{\partial\sigma_\rho^{(0)}}{\partial\rho} + \frac{\sigma_\rho^{(0)} - \sigma_\theta^{(0)}}{\rho} = 0, \\ &\frac{1}{\rho}\frac{\partial\sigma_\theta^{(0)}}{\partial\theta} = 0, \\ &\frac{\partial\tau_{\rho z}^{(0)}}{\partial\rho} + \frac{\tau_{\rho z}^{(0)}}{\rho} = 0. \end{aligned} \tag{6}$$

Допустим,

$$\sigma_z = \frac{1}{2}(\sigma_\rho + \sigma_\theta). \tag{7}$$

Тогда условие пластичности с учетом (7), (5) запишется в виде:

$$(\sigma_\rho - \sigma_\theta)^2 + 4\tau_{\rho z}^2 = 4k^2, \tag{8}$$

откуда получим

$$\sigma_\rho^{(0)p} - \sigma_\theta^{(0)p} = 2\sqrt{k^2 - \tau_{\rho z}^{(0)2}}. \tag{9}$$

Из третьего уравнения системы (6) получим

$$\tau_{\rho z}^{(0)p} = \tau_{\rho z}^{(0)e} = \frac{T^0\alpha}{\rho}. \tag{10}$$

Решение первого уравнения системы (6) согласно (9), (10) и граничному условию (4) в пластической области имеет вид

$$\begin{cases} \sigma_\rho^{(0)p} = \dfrac{2\sqrt{k^2\rho^2 - C^2}}{\rho} + k\ln\left|\dfrac{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2} - k\rho}{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2} + k\rho}\right| - \\ \qquad - 2\sqrt{k^2 - T^{02}} - k\ln\left|\dfrac{\sqrt{k^2 - T^{02}} - k}{\sqrt{k^2 - T^{02}} + k}\right| - p_0, \\ \sigma_\theta^{(0)p} = k\ln\left|\dfrac{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2} - k\rho}{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2} + k\rho}\right| - k\ln\left|\dfrac{\sqrt{k^2 - T^{02}} - k}{\sqrt{k^2 - T^{02}} + k}\right| - 2\sqrt{k^2 - T^{02}} - p_0, \\ \sigma_z^{(0)p} = \dfrac{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2}}{\rho} + k\ln\left|\dfrac{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2} - k\rho}{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2} + k\rho}\right| - k\ln\left|\dfrac{\sqrt{k^2 - T^{02}} - k}{\sqrt{k^2 - T^{02}} + k}\right| - \\ \qquad - 2\sqrt{k^2 - T^{02}} - p_0, \end{cases} \tag{11}$$

где $C = T^0\alpha$.

Уравнения равновесия в первом приближении имеют вид [2]

$$\begin{cases} \dfrac{\partial\sigma_\rho^{(I)}}{\partial\rho} + \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\tau_{\rho\theta}^{(I)}}{\partial\theta} + \dfrac{\sigma_\rho^{(I)} - \sigma_\theta^{(I)}}{\rho} = 0, \\ \dfrac{\partial\tau_{\rho\theta}^{(I)}}{\partial\rho} + \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\sigma_\theta^{(I)}}{\partial\theta} + \dfrac{2\tau_{\rho\theta}^{(I)}}{\rho} = 0, \\ \dfrac{\partial\tau_{\rho z}^{(I)}}{\partial\rho} + \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\tau_{\theta z}^{(I)}}{\partial\theta} + \dfrac{\tau_{\rho z}^{(I)}}{\rho} = 0. \end{cases} \tag{12}$$

Так как $\tau_{\theta z}$ фиксировано на границе, то

$$\tau_{\theta z}^{(n)} = 0. \tag{13}$$

Линеаризированное условие пластичности с учетом (5), (7) в первом приближении примет вид

$$\left(\sigma_\rho^{(0)} - \sigma_\theta^{(0)}\right)\left(\sigma_\rho^{(I)} - \sigma_\theta^{(I)}\right) + 4\tau_{\rho z}^{(0)} \cdot \tau_{\rho z}^{(I)} = 0, \tag{14}$$

откуда из (9), (10) получим

$$\sigma_\rho^{(I)} - \sigma_\theta^{(I)} = -\frac{2C}{\sqrt{k^2\rho^2 - C^2}}\tau_{\rho z}^{(I)}. \tag{15}$$

С учетом (13) третье уравнение системы (12) примет вид

$$\frac{\partial\tau_{\rho z}^{(I)}}{\partial\rho} + \frac{\tau_{\rho z}^{(I)}}{\rho} = 0,$$

откуда получим

$$\tau_{\rho z}^{(I)} = \frac{C_1}{\rho}, \quad C_1 - const. \tag{16}$$

Постоянную C_1 определим из граничных условий (11), зная, что $\rho_1 = \cos 2\theta$, имеем

$$\tau_{\rho z}^{(I)} = \frac{T^0 \cos 2\theta}{\rho}. \tag{17}$$

Запишем условие (15) с учетом (17)

$$\sigma_\rho^{(I)} - \sigma_\theta^{(I)} = -\frac{2CT^0}{\rho\sqrt{k^2\rho^2 - C^2}} \cos 2\theta. \tag{18}$$

Система (12) примет вид

$$\begin{cases} \partial\sigma_\rho^{(I)} + \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\tau_{\rho\theta}^{(I)}}{\partial\theta} + \dfrac{\sigma_\rho^{(I)} - \sigma_\theta^{(I)}}{\rho} = 0, \\ \dfrac{\partial\tau_{\rho\theta}^{(I)}}{\partial\rho} + \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\sigma_\theta^{(I)}}{\partial\theta} + \dfrac{2\tau_{\rho\theta}^{(I)}}{\rho} = 0. \end{cases} \tag{19}$$

Уравнениям равновесия (19) удовлетворим, полагая

$$\begin{aligned} \sigma_\rho^{(I)} &= \frac{1}{\rho}\frac{\partial\phi^{(I)}}{\partial\rho} + \frac{1}{\rho^2}\frac{\partial^2\phi^{(I)}}{\partial\theta^2}, \\ \sigma_\theta^{(I)} &= \frac{\partial^2\phi^{(I)}}{\partial\rho^2}, \\ \tau_{\rho\theta}^{(I)} &= -\frac{\partial}{\partial\rho}\left(\frac{1}{\rho}\frac{\partial\phi^{(I)}}{\partial\theta}\right), \end{aligned} \tag{20}$$

где ϕ' – функция напряжения.

Подставляя (20) в уравнение (18), получим

$$\frac{\partial^2\phi^{(I)}}{\partial\rho^2} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial\phi^{(I)}}{\partial\rho} - \frac{1}{\rho^2}\frac{\partial^2\phi^{(I)}}{\partial\theta^2} = \frac{2CT^0}{\rho\sqrt{k^2\rho^2 - C^2}} \cos 2\theta. \tag{21}$$

Используя известное разложение в ряд

$$(1 \pm x)^{-\frac{1}{2}} = 1 \mp \frac{1}{2}x + \frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}x^2 \mp \frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 6}x^3 + \ldots,$$

уравнение (21) примет вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2\phi^{(I)}}{\partial\rho^2} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial\phi^{(I)}}{\partial\rho} - \frac{1}{\rho^2}\frac{\partial^2\phi^{(I)}}{\partial\theta^2} &= \frac{2CT^0}{k}\frac{\cos 2\theta}{\rho^2} + \frac{C^3T^0}{k^3}\frac{\cos 2\theta}{\rho^4} + \\ &+ \frac{3C^5T^0}{4k^5}\frac{\cos 2\theta}{\rho^6} + \frac{5}{8}\frac{C^7T^0}{k^7}\frac{\cos 2\theta}{\rho^8}. \end{aligned} \tag{22}$$

Запишем однородное уравнение, соответствующее уравнению (22):

$$\frac{\partial^2\overline{\phi}^{(I)}}{\partial\rho^2} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial\overline{\phi}^{(I)}}{\partial\rho} - \frac{1}{\rho^2}\frac{\partial^2\overline{\phi}^{(I)}}{\partial\theta^2} = 0. \tag{23}$$

Будем искать решение (23) в виде

$$\overline{\phi}^{(I)} = R(\rho)\cos(n\theta).$$

Из (23) следует, что функция $R(\rho)$ удовлетворяет уравнению

$$\rho^2\frac{\partial^2 R}{\partial\rho^2} - \rho\frac{\partial R}{\partial\rho} + n^2 R = 0,$$

откуда

$$
\begin{aligned}
&R = C_{00} + C_{01}\rho^2 \quad \text{при} \quad n = 0,\\
&R = \rho\left(C_{11} + C_{12}\ln\rho\right) \quad \text{при} \quad n = 1,\\
&\text{..... ....}\\
&R = \rho\left[C_{n1}\cos\left(\sqrt{n^2-1}\ln\rho\right) + \ln^2\sin\left(\sqrt{n^2-1}\ln\rho\right)\right] \quad \text{при} \quad n \ge 0,\\
&\left(C_{00}, C_{01}, ..., C_{n1}, C_{n2} \equiv const\right).
\end{aligned}
\tag{24}
$$

Будем искать решение уравнения (22) как сумму решений уравнений:

$$
\begin{aligned}
&1)\ \rho^2\frac{\partial^2 R_1}{\partial\rho^2} - \rho\frac{\partial R_1}{\partial\rho} + 4R_1 = \frac{2CT^0}{k}\rho^{-2}\cos 2\theta,\\
&2)\ \rho^2\frac{\partial^2 R_2}{\partial\rho^2} - \rho\frac{\partial R_2}{\partial\rho} + 4R_2 = \frac{C^3T^0}{k^3}\rho^{-4}\cos 2\theta,\\
&3)\ \rho^2\frac{\partial^2 R_3}{\partial\rho^2} - \rho\frac{\partial R_3}{\partial\rho} + 4R_3 = \frac{3C^5T^0}{4k^5}\rho^{-6}\cos 2\theta,\\
&4)\ \rho^2\frac{\partial^2 R_4}{\partial\rho^2} - \rho\frac{\partial R_4}{\partial\rho} + 4R_4 = \frac{5C^7T^0}{8k^7}\rho^{-8}\cos 2\theta
\end{aligned}
\tag{25}
$$

Решая (25), получим

$$
\begin{aligned}
&R_1 = \frac{CT^0}{6K}\rho^{-2}\cos 2\theta, \qquad R_2 = \frac{C^3T^0}{28K^3}\rho^{-4}\cos 2\theta,\\
&R_3 = \frac{3C^5T^0}{208K^5}\rho^{-6}\cos 2\theta, \qquad R_4 = \frac{5C^7T^0}{672K^7}\rho^{-8}\cos 2\theta.
\end{aligned}
\tag{26}
$$

Суммируя (26), получим решение (22)

$$
\begin{aligned}
\phi^{(I)} = &\frac{CT^0}{6K}\rho^{-2}\cos 2\theta + \frac{C^3T^0}{28K^3}\rho^{-4}\cos 2\theta +\\
&+ \frac{3C^5T^0}{208K^5}\rho^{-6}\cos 2\theta + \frac{5C^7T^0}{672K^7}\rho^{-8}\cos 2\theta.
\end{aligned}
\tag{27}
$$

Из (20) и (27) получим решения в пластической зоне в первом приближении

$$
\begin{cases}
\sigma_\rho^{(I)p} = -\left[\dfrac{CT^0}{k}\rho^{-4} + \dfrac{2C^3T^0}{7k^3}\rho^{-6} + \dfrac{15C^5T^0}{104k^5}\rho^{-8} + \dfrac{5C^7T^0}{k^7}\rho^{-10}\right]\cos 2\theta,\\
\sigma_\theta^{(I)p} = \left[\dfrac{CT^0}{k}\rho^{-4} + \dfrac{5C^3T^0}{7k^3}\rho^{-6} + \dfrac{63C^5T^0}{104k^5}\rho^{-8} + \dfrac{45C^7T^0}{84k^7}\rho^{-10}\right]\cos 2\theta,\\
\sigma_z^{(I)p} = \left[\dfrac{3C^3T^0}{14k^3}\rho^{-6} + \dfrac{23C^5T^0}{26k^7}\rho^{-8} + \dfrac{75C^7T^0}{332k^7}\rho^{-10}\right]\cos 2\theta,\\
\tau_{\rho\theta}^{(I)p} = -\left[\dfrac{CT^0}{k}\rho^{-4} + \dfrac{5C^3T^0}{14k^3}\rho^{-8} + \dfrac{21C^5T^0}{104k^5}\rho^{-8} + \dfrac{15C^7T^0}{112k^7}\rho^{-10}\right]\cos 2\theta,\\
\tau_{\rho z}^{(I)p} = \dfrac{T^0}{\rho}\cos 2\theta.
\end{cases}
\tag{28}
$$

В упругой зоне решение первого уравнения (6) определяется из закона Гука и граничного условия

$$\sigma_\rho^{(0)e} = q \quad \text{при } \rho = \infty, \tag{29}$$

а также из условий

$$\begin{aligned} \sigma_\rho^{(0)p} &= \sigma_\rho^{(0)e} \quad \text{при } \rho = 1, \\ \sigma_\theta^{(0)p} &= \sigma_\theta^{(0)e} \quad \text{при } \rho = 1, \end{aligned} \tag{30}$$

и имеет вид

$$\begin{cases} \sigma_\rho^{(0)e} = q + \dfrac{\sqrt{k^2 - C^2}}{\rho^2}, \\ \sigma_\theta^{(0)e} = q - \dfrac{\sqrt{k^2 - C^2}}{\rho^2}, \\ \sigma_z^{(0)e} = q, \end{cases} \tag{31}$$

а величина r_s^0 определяется из трансцендентного уравнения

$$q = \sqrt{k^2 - C^2} + k \ln\left|\frac{\sqrt{k^2 - C^2} - k}{\sqrt{k^2 - C^2} + k}\right| - k \ln\left|\frac{\sqrt{k^2 - T^{02}} - k}{\sqrt{k^2 - T^{02}} + k}\right| - 2\sqrt{k^2 - T^{02}} - p_0. \tag{32}$$

Определим компоненты напряженного состояния в упругой области.

Согласно (5), (11), (31), а также учитывая то, что на границе пластической зоны

$$\begin{aligned} \sigma_\rho^{(I)p} &= \sigma_\rho^{(I)e}, \\ \tau_{\rho\theta}^{(I)p} &= \tau_{\rho\theta}^{(I)e}, \quad \text{при } \rho = 1, \end{aligned}$$

из условий сопряжения получим

$$\begin{cases} \sigma_\rho^{(I)e} = -\dfrac{726\,CT^0k^6 + 208\,C^3T^0k^4 + 105\,C^5T^0k^2 + 3630\,C^7T^0}{726\,k^7}\cos 2\theta, \\ \tau_\theta^{(I)e} = -\dfrac{40766\,CT^0k^6 + 14560\,C^3T^0k^4 + 8232\,^5T^0k^2 + 5460\,C^7T^0}{40766\,k^7}\sin 2\theta, \end{cases} \tag{33}$$

$$\sigma_\theta^{(I)e} = \sigma_\theta^{(I)p} + \left(\frac{\partial\sigma_\theta^{(0)p}}{\partial\rho} - \frac{\partial\sigma_\theta^{(0)e}}{\partial\rho}\right)\rho_{1s} \quad \text{при } \rho = 1. \tag{34}$$

На бесконечности линеаризированные граничные условия имеют вид

$$\begin{cases} \sigma_\rho^{(I)e} = -\cos 2\theta, \\ \tau_{\rho\theta}^{(I)e} = \sin 2\theta. \end{cases} \quad \text{при } \rho = \infty \tag{35}$$

Граничные условия (33), (35) определяют решение в упругой зоне

$$\begin{cases} \sigma_{\rho}^{(I)e} = \left[\left(\dfrac{2}{\rho^2} - \dfrac{2}{\rho^4}\right)M + \left(\dfrac{1}{\rho^4} - \dfrac{2}{\rho^2}\right)N - \left(1 - \dfrac{4}{\rho^2} + \dfrac{3}{\rho^4}\right)\right]\cos 2\theta, \\ \sigma_{\theta}^{(I)e} = \left[\dfrac{2}{\rho^4}M - \dfrac{1}{\rho^4}N + \left(1 + \dfrac{3}{\rho^4}\right)\right]\cos 2\theta, \\ \sigma_{z}^{(I)e} = \left[\dfrac{1}{\rho^2}M - \dfrac{1}{\rho^2}N + \dfrac{2}{\rho^2}\right]\cos 2\theta, \\ \tau_{\rho\theta}^{(I)e} = \left[\left(\dfrac{1}{\rho^2} - \dfrac{2}{\rho^4}\right)M + \left(\dfrac{1}{\rho^4} - \dfrac{1}{\rho^2}\right)N + 1 + \dfrac{2}{\rho^2} - \dfrac{3}{\rho^4}\right]\sin 2\theta, \end{cases} \tag{36}$$

где

$$M = -\frac{40766CT^0k^6 + 14560C^3T^0k^4 + 8232C^5T^0k^2 + 5460C^7T^0}{40766k^7}\cos 2\theta\,,$$

$$N = \frac{726CT^0k^6 + 208C^3T^0k^4 + 105C^5T^0k^2 + 3630C^7T^0}{726k^7}\cos 2\theta.$$

Из (34), (36) имеем

$$\rho_{1s} = -\frac{\sqrt{k^2 - C^2}}{2C^2}\left[\frac{2CT^0}{k} + \frac{8CT^0}{7k^3} + \frac{45C^5T^0}{52k^5} - \frac{4935C^7T^0}{1176k^7} - 4\right]\cos 2\theta\,. \tag{37}$$

Резюме. Решена задача о двуосном растяжении пластины с эллиптическим отверстием с учетом продольных сдвигов, определена граница упругопластической зоны в первом приближении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивлев, Д. Д.* Теория предельного состояния и идеальной пластичности / Д. Д. Ивлев. − Воронеж : Колос, 2005. − 205 с.

2. *Ивлев, Д. Д.* Метод возмущений в теории упругопластического тела / Д. Д. Ивлев, Л. В. Ершов. – М. : Наука, 1978. – 208 с.

3. *Ишлинский, А. Ю.* Математическая теория пластичности / А. Ю. Ишлинский, Д. Д. Ивлев. − М. : Физматлит, 2001. − С. 33−185.

4. *Михайлова, М. В.* О влиянии сдвигов на упругоидеальнопластическое состояние пластины с круговым отверстием при двуосном растяжении / М. В. Михайлова, Л. И. Афанасьева // Проблемы механики неупругих деформаций. – М. : Физматлит, 2001. – С. 211–228.

УДК 636.084.12; 591.362; 574.24

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ХРЯЧКОВ И БОРОВКОВ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОГО ЮГО-ВОСТОКА

ONTOGENETIC SPECIFICATION OF MORPHOPHYSIOLOGICAL CONDITION OF BOARS AND HUGS UNDER BIOGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE CHUVASH SOUTH-EAST

М. Н. Лежнина, Л. Н. Ефимова, А. Д. Блинова, В. Н. Еремеев

M. N. Lezhnina, L. N. Efimova, A. D. Blinova, V. N. Eremeev

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Онтогенетические особенности морфофизиологического статуса хрячков и боровков обусловлены применением «Трепела» с учетом биогеохимической специфичности Юго-Востока Чувашской Республики.

Abstract. Ontogenetical features of morphophysiological status of boars and hugs are conditioned by usage of «Trepel» taking into account biogeochemical specification of South-Eastern part of the Chuvash Republic.

Ключевые слова: *хрячки, боровки, постнатальный онтогенез, кровь, «Трепел».*

Keywords: *boars, hugs, postnatal ontogenesis, blood, «Trepel».*

Актуальность исследуемой проблемы. Одним из самых важных свойств всех биологических систем является адаптация или способность живой системы приспосабливаться к изменениям биотических и абиотических факторов окружающей среды, отвечать общими, неспецифическими реакциями на разнообразные их воздействия. Биологический смысл и характер таких реакций заключается в мобилизации функциональных резервов организма, необходимых для поддержания гомеостаза и обеспечения относительного динамического постоянства живой системы [1], [2].

В связи с этим вызывает интерес применение веществ с иммунотропными свойствами, которые повышают устойчивость организма к воздействию различных неблагоприятных факторов среды. Биологически активные вещества природного происхождения имеют широкий спектр действия, гораздо менее токсичны по сравнению с химическими веществами. Поэтому разработка, апробация и внедрение новых биогенных соединений отечественного производства, вызывающих иммунофизиологические и метаболические эффекты организма с учетом биогеохимического своеобразия регионов России, является актуальной проблемой современной биологической науки и биотехнологии.

В этой связи целью исследований явилось изучение онтогенетических особенностей клинико-физиологического состояния, роста и гематологической картины у хрячков и боровков, содержащихся при использовании «Трепела» Алатырского месторождения с учетом биогеохимической специфичности Юго-Востока Чувашской Республики.

Материал и методика исследований. Проведена серия научно-хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов с использованием 20 поросят-сосунов, для чего их подбирали по принципу аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, породы, возраста, пола, живой массы по 10 животных в каждой группе.

Поросят обеих групп с 2- до 59-дневного возраста выращивали вместе с подсосными свиноматками, затем после кастрации боровков первой группы (контроль) с 60- до 300-дневного возраста содержали на основном рационе (ОР). Животным второй группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Трепел» в дозе 1,25 г/кг массы тела (м. т.) до конца исследований.

В ходе опытов у 5 животных из каждой группы на 2-, 15-, 60-, 240- и 300-й день жизни (соответственно периоды новорожденности, молочного кормления, полового созревания, физиологического созревания) изучали клинико-физиологическое состояние, рост тела, гематологический профиль по общепринятым в физиологии современным тестам.

Результаты исследований и их обсуждение. Выявлено, что у исследуемых хрячков и боровков изменения температуры тела носили волнообразный характер, частота ударов пульса и дыхательных движений неуклонно снижалась по мере взросления, значения которых были в пределах колебаний физиологической нормы (P>0,05). При этом подопытные животные имели полный пульс, ритмичное глубокое дыхание. Их слизистая оболочка носа была бледно-розового цвета, умеренной влажности, конъюнктива глаз – также бледно-розового цвета, волосяной покров – эластичным гладким, прочно удерживающимся в коже, кожа – упругой, без видимых повреждений, упитанность – средней, поза – естественной, темперамент – живым, поверхностные (предлопаточные, подчелюстные и коленной складки) лимфатические узлы при пальпации – хорошо выраженными и безболезненными, что свидетельствует о здоровом клинико-физиологическом состоянии организма.

Установлено, что масса тела 2-, 15-, 60-дневных опытных животных была практически аналогичной таковой интактных сверстников. Однако, начиная с 240-дневного возраста и до конца исследований, она была выше контрольных показателей (рис. 1). Так, 240-, 300-дневные животные второй группы превосходили контрольных сверстников по данному показателю на 15,5–17,2 % (P<0,05-0,001). К концу наблюдений превышение по массе тела составило 25,4 кг (P<0,001).

Динамика среднесуточного прироста массы тела у животных сравниваемых групп всецело соответствовала характеру изменений их живой массы. Так, среднесуточный при рост за наблюдаемые периоды онтогенеза (периоды новорожденности, молочного кормления, полового созревания, физиологического созревания) у животных первой и второй групп в среднем соответственно составил 314±3,57 и 374±5,53 г (P<0,01-0,005). Причем превышение по данному ростовому параметру было на 11,3 % (P<0,05).

Об интенсивности ростовых процессов животных принято судить по коэффициенту роста, который вычисляется как отношение живой массы в отдельные возрастные периоды ктаковой при рождении.

Установлено, что если коэффициент роста у исследуемых поросят в периоды новорожденности и молочного питания был примерно одинаковым (соответственно 1,9±0,04–5,6±0,19 и 1,9±0,06–5,6±0,13), то у 240- и 300-дневных боровков второй группы он превышал таковой контрольных сверстников на 17,6–19,8 % (P<0,05-0,001).

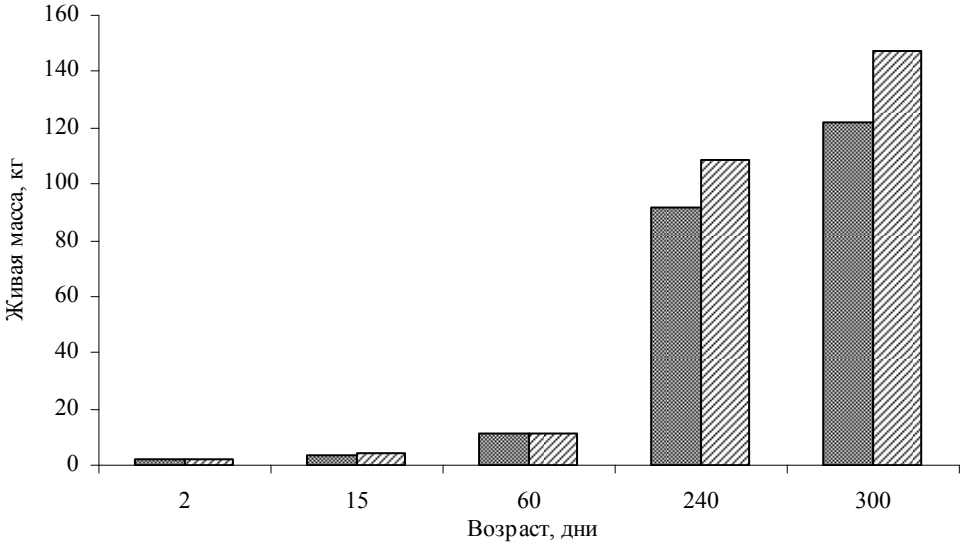


Рис. 1. ***Динамика массы тела животных 1, 2 групп***

Выявлено (рис. 2), что в ходе исследований число эритроцитов в крови животных первой группы медленно повышалось от 1,78±0,14 до 4,75±0,07 млн/мкл, второй – от 1,78±0,16 до 5,83±0,08 млн/мкл. При этом 240- и 300-дневные животные опытной группы, содержавшиеся в условиях скармливания «Трепела», превосходили по этому гематологическому показателю контрольных сверстников на 18,5–18,7 % (P<0,005-0,001).

Характер изменений концентрации гемоглобина у животных сопоставляемых групп в целом соответствовал динамике количества эритроцитов. Причем в периоды половой и физиологической зрелости уровень гемоглобина у опытных боровков достоверно превышал контрольные значения.

Отмечено, что если число эритроцитов и уровень гемоглобина у подопытных животных постепенно нарастали по мере их взросления, то количество лейкоцитов, наоборот, сначала увеличивалось от фазы новорожденности к концу периода молочного питания (14,7±0,08–14,8±0,10 против 17,9±0,09–17,9±0,16) с последующим понижением в период физиологической зрелости до 16,0±0,18–16,2±0,24 тыс/мкл (P>0,05).

Выявлено, что уровень глюкозы у исследуемых животных плавно повышался по мере их взросления от 2,4±0,09–2,5±0,10 до 5,7±0,08–5,6±0,13 г/л., и различие в нем было недостоверным во все сроки исследований.

При анализе данных роста, гематологической картины у контрольных животных в онтогенетическом разрезе выявлено, что масса тела за периоды новорожденности, молочного питания, половой зрелости и физиологической зрелости соответственно увеличивалась на 44,7, 66,4, 87,7 и 24,9 %. Отсюда следует, что более интенсивный рост тела имел место в фазу половой зрелости, минимальный – в период физиологической зрелости.

Аналогичная закономерность имела место в динамике среднесуточного прироста. Среднесуточный прирост живой массы за исследуемые периоды онтогенеза соответственно составил 135±4,24 г, 165±1,75, 447±1,50 и 508±6,77 г. Динамика значений коэффициента роста в целом соответствовала характеру колебаний среднесуточного прироста массы тела.

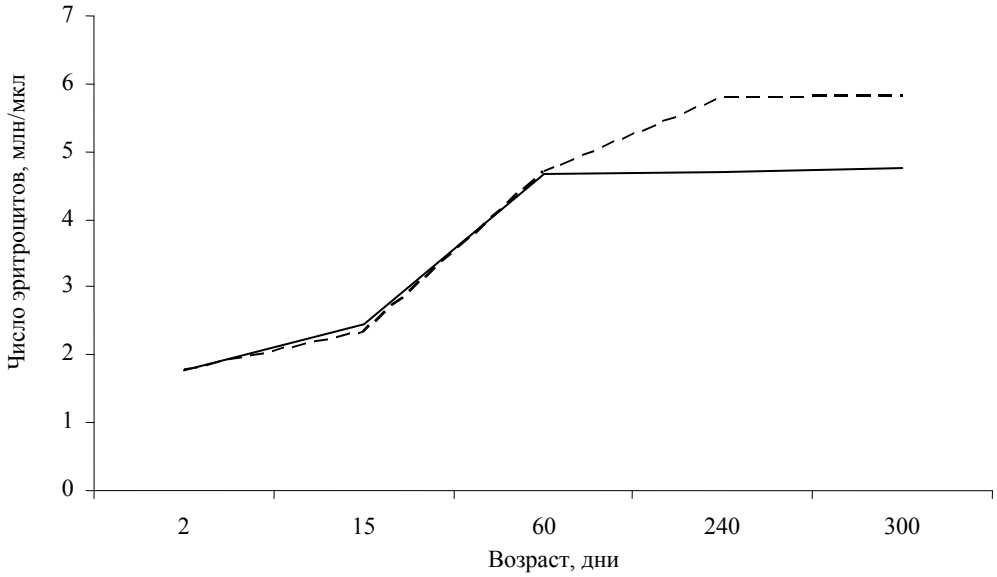


Рис. 2. ***Динамика количества эритроцитов животных 1 (——), 2 (– – –) групп***

Выявлено, что количество эритроцитов у интакных животных заметно увеличилось: от фазы новорожденности к концу периода молочного питания на 27,0 %, а к концу периода половой зрелости – на 47,8 % (P<0,05–0,001). Следует отметить, что интенсивность повышения числа исследуемого гематологического параметра к концу периода физиологической зрелости значительно снизилась и составила лишь 1,1 % (P>0,05).

Такие же онтогенетические особенности были присущи характеру изменений концентрации гемоглобина в крови.

Иная закономерность выявлена в динамике колебаний числа лейкоцитов в крови контрольных животных в изучаемые периоды постнатального онтогенеза. Так, к концу периода молочного питания оно возросло на 17,3 % (14,8±0,10 против 17,9±0,09 тыс/мкл), затем в период физиологического созревания снизилось до 16,0±0,18 тыс/мкл (P>0,05).

Установлено, что уровень глюкозы у животных в ранние фазы постнатального онтогенеза (периоды новорожденности и молочного питания) увеличился на 55,6 % (P<0,001), повышение которого от периода половой зрелости к концу периода физиологической зрелости было незначительным (P>0,05).

Выявленная у животных контрольной группы онтогенетическая специфичность динамики роста, гематологической картины в основном имела место и у их сверстников опытной группы, но на более высоком метаболическом уровне, обусловленном назначением им испытуемого биогенного вещества.

Резюме. Таким образом, в биогеохимических условиях Юго-Востока Чувашской Республики выявлена взаимосвязь между онтогенетическими особенностями морфофизиологического состояния хрячков и боровков и назначением животным «Трепела» Алатырского месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гулик, Е. С.* Влияние хитабиса на функциональное состояние организма животных при окислительном стрессе : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.03.01 / Е. С. Гулик. − Томск, 2010. − 22 с.

2. *Кочиш, И. И.* Экологически безопасные способы стимуляции роста и развития бройлеров в онтогенезе / И. И. Кочиш и соавт. – М. : ФГОУ ВПО «МГАВМиБ им. Скрябина» ОНО ППЗ «Конкурсный», 2007. – 104 с.

УДК 591.23:599.323.017.3

МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ МОРФОЛОГИЯ ЗАЖИВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ ПЕЧЕНИ У ПЛОДОВ И НОВОРОЖДЕННЫХ КРЫСЯТ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ «ТРЕПЕЛ» И «СУВАР»

MICROSCOPIC MORPHOLOGY OF MECHANICAL INJURIES HEPATIC HEALING OF LIVER OF FETUS AND NEWBORN RATS WITH THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES «TREPEL» AND «SUVAR»

И. И. Малышев, Л. П. Романова, О. В. Воробьева

I. I. Malyshev, L. P. Romanova, O. V. Vorobyeva

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. В работе устанавлено стимулирующее влияние биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар» на заживление механического повреждения печени у плодов и новорожденных крысят, которым травму наносили во внутриутробном периоде. Полученные данные позволяют утверждать, что биологические вещества «Трепел» и «Сувар» у опытных крысят подавляют экссудативную реакцию в ответ на повреждение, снижают активность фибробластов; одновременно они стимулируют регенераторные процессы со стороны гепатоцитов печени. В этих условиях пролиферирующие гепатоциты постепенно сдавливают и, таким образом, уменьшают участок повреждения. При этом соединительной тканью замещается лишь незначительная часть дефекта печени.

Abstract. The influence of biologically active substances «Trepel» and «Suvar» on mechanical injuries hepatic healing of fetus and newborn rats, which were injured in intrauterine period has been established in the article. Finding allow to claim that biologically active substances «Trepel» and «Suvar» suppress the exudative reaction of experimental rats in response to injures, decrease the activity of fibroblasts; simultaneously, they stimulate the regenerative processes of hepatocytes of liver. In this condition proliferative gradually squeeze and thus decrease the injured part. But for all that the small part of injured liver is replaced by connective tissue.

Ключевые слова: *крысы, плоды, новорожденные, печень, механическая травма, биологически активные вещества, регенерация.*

Keywords: *rats, fetus, newborn, liver mechanical injury, biologically active substances, regeneration.*

Актуальность исследуемой проблемы. Повреждения печени различного характера и во внутриутробном периоде, и у новорожденных часто имеют место. Тем не менее, в литературе, даже в условиях стимуляции регенерации различными терапевтическими и хирургическими методами, нам не встретилось описание полного, или практически полного, восстановления печени в раннем онтогенезе. В этой связи и в настоящее время ак-

туальным является поиск средств, стимулирующих регенераторные процессы в печени после ее повреждения.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар» на восстановление структуры печени после механической травмы у плодов и новорожденных крысят.

Материал и методика исследований. Эксперименты были поставлены на 28 беременных самках крыс массой 257–310 граммов. Объектом исследования явилась печень 112 плодов крыс, которым по описанной ранее методике [1] внутриутробно наносили травму. Животным, начиная с первого дня эксперимента, к основному рациону питания добавляли биологически активные вещества «Трепел» в дозе 1,25 мг/кг и «Сувар» – 50 мк/кг; питание осуществляли в режиме свободного доступа к пище и воде. Оперированные плоды, родившиеся самостоятельно и выделенные с помощью кесарева сечения, выводились из эксперимента с помощью эфира в сроки от 1 до 30 суток. Печень оперированных животных после фиксации в 10 %-м нейтральном формалине полностью заключали в парафин. С парафиновых блоков изготавливали серийные гистотопографические срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином по ван Гизону, железным гематоксилином по Гейденгайну, выполняли реакцию Фёльгена. Пролиферативную активность печени оценивали с помощью подсчета митозов и двуядерных гепатоцитов (на 7000 клеток при увеличении х900); в тех же полях зрения подсчитывали двуядрышковые клетки. Количество ДНК в ядрах гепатоцитов определяли в микроскопе Биолам-70 с помощью фотометрирования с использованием микрофотонасадки ФМЭЛ-1 и фотометра ФЭУ-79А в проходящем свете с запирающим светофильтром с максимумом светопропускания на длине волны 570 нм с подаваемым напряжением 900В. Результаты подвергали обратному десятичному логарифмированию по формуле $A=Lg\ U_1/U_0$, где А – оптическая плотность, U_1 – показания вольтметра на ядре, U_0 –показания вольтметра на неокрашенных участках препарата. Диплоидным эталоном служили лимфоциты периферической крови и малые лимфоциты лимфатических узлов. Статистическая обработка цифровых данных проводилась по программе «Статистика» с привлечением пакета программ Microsoft Office (Word Excel) Pentium 166 MMX. Статистическую достоверность определяли с помощью критерия Стьюдента (t).

В качестве контрольных были взяты 100 животных аналогичного возраста, которым внутриутробно проводилась операция механического повреждения печени, однако биологически активные вещества в рацион питания не включались.

Результаты исследований и их обсуждение. Макроскопически следы прокола на коже и печени животных обеих групп определялись только через 1 сутки после операции в виде красноватой точки, покрытой сверху красноватой нежной корочкой на коже и рыхлыми красноватыми массами на печени. В дальнейшем место повреждения можно было установить только при микроскопическом исследовании.

Микроскопически участок повреждения в первые сутки после операции у животных обеих групп был представлен дефектом ткани печени, заполненным эритроцитами и немногочисленными погибающими печеночными клетками. В сохранившейся ткани печени в гепатоцитах отмечались выраженные дистрофические и некробиотические изменения; вблизи от очага повреждения они были выражены в большей степени, чем в удалении.

На 3-и сутки после операции у животных контрольной группы вокруг очага повреждения обнаруживалось большое количество молодых мезенхимальных элементов; у экспериментальных крысят вокруг очага повреждения отмечались немногочисленные

лимфоидные клетки. Количество клеток с дистрофическими и некробиотическими изменениями у опытных крысят было 18 %, у контрольных – 36 %.

Через 5 суток после операции центральная часть зоны повреждения у животных контрольной группы практически была заполнена клеточными элементами лимфоидного типа. На периферии клеточного инфильтрата обнаруживались вытянутые клетки фибро-бластического типа и прослеживалось небольшое количество нежных тонких волоконец. У экспериментальных крысят участок повреждения был представлен полостью, вокруг которой лежало небольшое количество лимфоидных клеток. Подсчет гепатоцитов с дистрофическими и некробиотическими изменениями показал, что у опытных крысят их было значительно меньше (3 %), между тем как у контрольных животных их насчитывалось 21 %.

Участок травмы у животных контрольной группы на 7-е сутки после операции был представлен нежной волокнистой тканью, располагающейся по периферии участка; центральные его отделы были заполнены лимфоидными клетками. У крысят опытной группы участок травмы был представлен небольшой полостью без содержимого; на периферии зоны травмы определялось небольшое количество лимфоидных клеток, среди которых обнаруживались фибробласты и волокна, окрашивающиеся в бледно-розовый цвет по ван Гизону.

На 9-е сутки зона повреждения у животных контрольной группы была полностью заполнена волокнистой тканью, окрашивающейся в бледно-розовый цвет по ван Гизону. Здесь же находилось и некоторое количество лимфоидных клеток. У опытных животных на месте травмы отмечалась небольшая полость, окруженная небольшим количеством лимфоидных клеток и клеток типа фибробластов. Размеры полости были значительно меньше, чем у животных предыдущего срока наблюдения. На периферии участка у части животных лежали нежные тонкие волокнистые структуры.

У животных контрольной группы участок повреждения на 11-е сутки был представлен волокнистой тканью, окрашивающейся в бледно-розовый цвет по ван Гизону. Сохранившаяся ткань печени имела обычное строение. У опытных крысят на месте участка травмы отмечалась небольшая полость, размеры которой были значительно меньше, чем в предыдущий срок наблюдения (9 суток). Периферические отделы были представлены фибробластами и волокнистыми структурами.

Через 15 суток на месте участка повреждения у животных обеих групп обнаруживалась волокнистая соединительная ткань; различие заключалось в том, что у опытных крысят соединительнотканный участок был во много раз визуально меньше, чем такой же участок у животных контрольной группы.

На 20-е и 30-е сутки после операции у животных обеих групп на месте повреждения лежала волокнистая соединительная ткань, однако визуально у животных опытной группы этот участок был во много раз меньше, чем у контрольных крысят.

У животных обеих групп в печени после операции отмечалась активация митотического деления гепатоцитов (рис. 1).

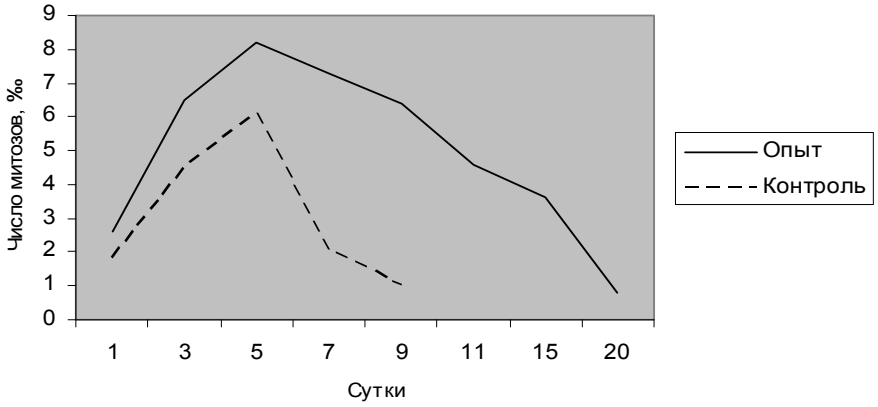


Рис. 1. ***Митозы гепатоцитов у животных опытной и контрольной групп в зависимости от времени после операции***

Как можно видеть из рисунка, количество митозов у животных опытной группы насчитывается больше, и они прослеживаются в ткани печени дольше, чем в контроле.

Принципиально близкая картина прослеживается и в отношении двуядерных гепатоцитов. До 5-х суток включительно их количество в печени небольшое, на 7-е сутки число их резко возрастает, причем у животных опытной группы оно статистически достоверно больше, чем у животных контрольной группы (рис. 2).

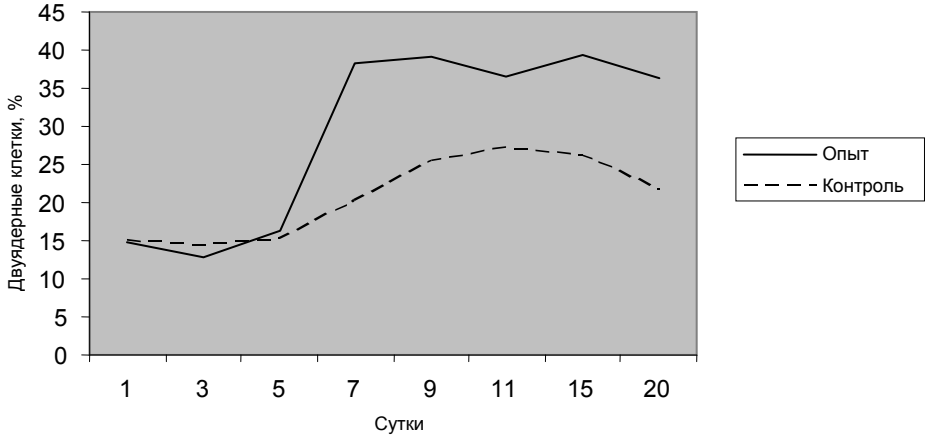


Рис. 2. ***Двуядерные гепатоциты у животных опытной и контрольной групп в зависимости от времени после операции***

Увеличение числа митозов и двуядерных клеток у опытных крысят протекает на фоне усиления белок-синтетической функции гепатоцитов, о чем свидетельствует значительное увеличение двуядрышковых гепатоцитов (рис. 3).

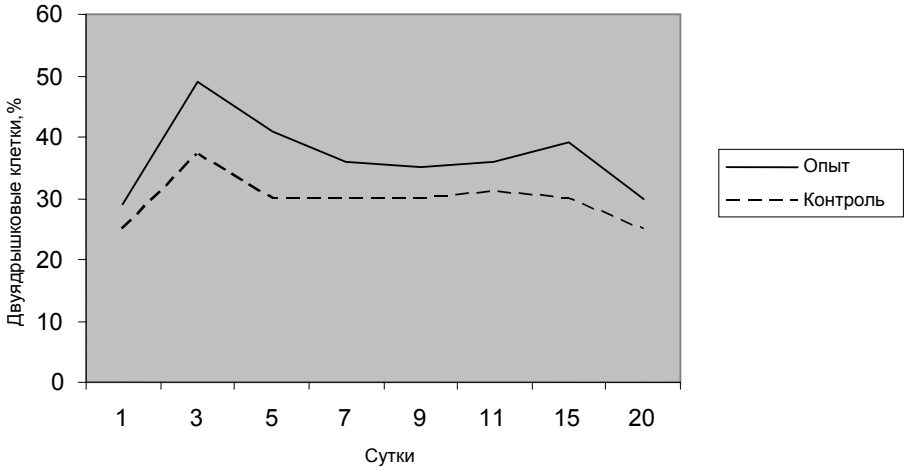


Рис. 3. ***Двуядрышковые гепатоциты у животных опытной и контрольной групп в зависимости от времени после операции***

После операции механического повреждения печени у животных обеих групп возникало однотипное изменение плоидности гепатоцитов. В 1-е сутки у животных в печени большинство клеток были диплоидными; на 3-и сутки начали преобладать тетраплоидные гепатоциты, одновременно стали прослеживаться октаплоидные и 16-плоидные гепатоциты. Преобладание тетраплоидных гепатоцитов имело место до 15-х суток включительно, начиная с 20-х суток, гепатоциты печени вновь становились преимущественно диплоидными.

Резюме. Выполненное исследование устанавливает стимулирующее влияние биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар» на заживление механической травмы печени у плодов и новорожденных крысят. Как показывают фактические данные, биологически активные вещества снижают экссудативную реакцию в ответ на повреждение, подавляют активность фибробластов и одновременно стимулируют пролиферативные процессы со стороны гепатоцитов. В этих условиях пролиферирующие гепатоциты сдавливают участок травмы, уменьшая его, и лишь незначительная часть зоны повреждения замещается соединительной тканью. У контрольных животных после механической травмы реактивно-воспалительные процессы в значительной степени преобладают над возникающими регенераторными проявлениями, в результате чего дефект печени на большем протяжении замещается соединительной тканью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Романова, Л. П.* Морфологические изменения печени плодов крыс после механической травмы / Л. П. Романова, И. И. Малышев // Столичное здравоохранение : материалы научно-практической конференции. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2004. – С. 80–81.

УДК 612.67 +612.82

СТЕПЕНЬ СОХРАННОСТИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОР, ПОВЫШАЮЩИЙ ВОЗМОЖНОСТЬ ДОЖИТИЯ ИНДИВИДА ДО СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

COGNITIVE FUNCTIONS AS A MARKER OF LIFE EXPECTANCY OF ELDERLY PATIENTS

И. Н. Медведев, Н. А. Никишина

I. N. Medvedev, N. A. Nikishina

Курский институт социального образования (филиал)
ГОУ ВПО «Российский государственный социальный университет», г. Курск

Аннотация. У лиц старческого возраста изучались базальный уровень реактивности сенсорных зон, их внутриполушарное соотношение и показатели «ведущего» анализатора с повторной их оценкой через 7 лет. Определено повышение вероятности дожития индивида до старческого возраста при сохранности механизмов, обеспечивающих умственную деятельность в пожилом возрасте.

Abstract. Basal rate of sensory areas' responsiveness, their intrahemispheres' equilibration and indicators of the «leading» analyzer in old people were studied and evaluated repeatedly in 7 years. The following was detected the increased possibility for a man to live up to old age in case of the machanisms, providing mental activity are safe.

Ключевые слова: *старческий возраст, процессы внимания, время реакции, реактивность сенсорных зон, полушария головного мозга.*

Keywords: *old age, attention processes, reaction time, responsiveness of sensory areas, cerebral hemispheres.*

Актуальность исследуемой проблемы. Процессы старения организма во многом определяются морфологическими и функциональными изменениями в центральной нервной системе, учет которых у людей на поздних этапах онтогенеза может способствовать своевременной профилактике возрастных изменений во всем организме [6, 211].

Известно, что активность сенсорных центров коры головного мозга является важным маркером когнитивного ресурса человека и во многом определяет уровень контроля центральной нервной системы над соматическими функциями [7, 165]. Вместе с тем когнитивный ресурс человека тесно связан с состоянием реактивности сенсорных зон коры больших полушарий, оказывающих интегративное влияние на многие мозговые функции и во многом определяющих эффективность умственной деятельности [1, 56]. Поэтому оценка когнитивного ресурса с учетом функционального состояния сенсорных зон коры, их межполушарного и внутриполушарного взаимодействия может приблизить к прогнозированию продолжительности предстоящей жизни индивида.

В этой связи целью настоящего исследования явилось выявление зависимости предстоящей жизни индивида от сохранности механизмов, обеспечивающих умственную деятельность у лиц на поздних этапах онтогенеза.

Материал и методика исследований. В исследование включены 46 человек пожилого возраста, постоянно проживающих на базе Курского пансионата для ветеранов войны и труда «Сосновый бор», средний возраст которых составляет 70,5±1,7 лет, без выраженной соматической патологии, при стойкой ремиссии имеющихся хронических заболеваний. Через 7 лет исходные протоколы исследования были разделены на две группы. В первую группу были выделены протоколы испытуемых, по-прежнему проживавших в пансионате, средний возраст которых к этому времени составил 77,1±1,3, во вторую группу – протоколы обследования лиц, умерших на протяжении прошедших 7 лет.

Для исследования начальных этапов познавательных процессов и оценки функционального состояния сенсорных зон коры головного мозга обследованных был применен метод измерения времени право- и левополушарных реакций на зрительные, слуховые и кожные сигналы, осуществляющегося в два этапа [4, 218]. Первый этап исследования состоял из трех последовательно проводящихся измерений показателей времени право- и левополушарных реакций на попарное предъявление зрительных, кожных и звуковых сигналов (этап «фон»). Второй этап – «умственная нагрузка» – заключался в регистрации показателей времени реакции (ВР) в промежутках между определением эффективности процессов внимания. Для оценки эффективности внимания использовалась корректурная проба.

На основе получаемых показателей право- и левополушарных реакций на зрительные, кожные и слуховые сигналы на этапах «фон» и «умственная нагрузка» рассчитывались показатели, отражающие межполушарное и внутриполушарное взаимодействие сенсорных зон коры правого и левого полушарий в процессе умственной деятельности:

– усредненная величина полушарных реакций как уровень активированности каждого полушария;

– степень активации на умственную нагрузку как показатель «нейрофизиологической цены» затраченных усилий;

– внутриполушарное соотношение активности зрительных, слуховых и кожных сенсорных систем с оценкой модальности наиболее активной сенсорной системы как показатель «ведущего» анализатора;

– степень межполушарной асимметрии зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон до и после умственной нагрузки;

– различие в скорости реагирования на первое и повторное предъявление сигнала одной и той же модальности как характеристика соотношений программирующих и активирующих механизмов фронтальных зон мозга.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась t-критерием Стьюдента [3, 178].

Результаты исследований и их обсуждение. У лиц пожилого возраста 1-й группы при первичном обследовании показатели правополушарных реакций составили 491,7±15,1 мс, левополушарных – 458,7±13,5 мс (табл. 1). После умственной нагрузки аналогичные показатели составили 414,7±13,9 и 400,1±13,8 мс соответственно, при этом активность кожных сенсорных зон превалировала, а степень активации право-

(77,03±13,1 мс) и левополушарных реакций (58,57±11,2 мс) достоверно различалась. В 1-й группе обследованных в состоянии относительного покоя соотношение скорости реагирования на сигналы разной модальности в правом полушарии распределялось следующим образом: $ВР_{свет} < ВР_{кожн.} < ВР_{звук}$, в левом – $ВР_{свет} < ВР_{звук} < ВР_{кожн.}$. После умственной нагрузки данные соотношения распределялись следующим образом: $ВР_{свет} < ВР_{звук} < ВР_{кожн.}$ в правом полушарии и $ВР_{звук} < ВР_{свет} < ВР_{кожн.}$ – в левом. Проведение корректурной пробы вызвало уменьшение степени левополушарной асимметрии с 33,07±3,5 мс до 14,61±3,6 мс. Показатели ВР на первое и повторное предъявление сигнала активировались в правом полушарии сходным образом с ускорением на 1-е и 2-е предъявление 77,18±14,2мс и 76,89±13,9 мс, тогда как в левом полушарии ускорение на 1-е предъявление составило 75,21±15,1 мс, на 2-е – 41,94±9,7мс.

Таблица 1

Показатели право- и левополушарных реакций в группах испытуемых до и после умственной нагрузки (M±m)

Этапы эксперимента	Номер группы и возраст испытуемых	Правополушарные реакции (в мс)				Левополушарные реакции (в мс)			
		свет	кожн.	звук	среднее	свет	кожн.	звук	среднее
До умственной нагрузки	1-я, 70,5±1,7 (n=25)	411,7±17,7	516,4±14,2	547,1±13,6	491,7±15,1	398,4±14,7	533,9±12,8	443,6±12,3	458,7±13,5
	2-я, 71,5±1,8 (n=21)	465,7±18,9*	535,5±14,6*	527,7±13,8*	509,6±15,6*	450,7±14,9	545,6±13,2	502,9±13,4*	499,7±13,7
	1-я, через 7 лет, 77,1±1,3 (n=22)	481,4±19,3*	444,6±16,6*	579,4±15,9	501,6±17,2	533,4±15,8*	573,1±15,7	629,2±18,2*	578,6±17,8*
После умственной нагрузки	1-я, 70,5±1,7 (n=25)	378,1±13,6	449,4±13,7	416,6±14,3	414,7±13,9	364,4±14,5	496,3±14,7	339,6±12,7	400,1±13,8
	2-я, 71,5±1,8 (n=21)	485,5±19,5	604,1±18,7	563,9±18,9*	551,1±18,8*	448,7±16,8	490,7±17,2	518,8±17,1*	485,8±16,9
	1-я, через 7 лет, 77,1±1,3 (n=22)	600,4±21,3*	569,4±19,7*	688,08±20,3*	619,3±19,5*	516,4±18,2*	538,8±19,2	540,3±19,7*	531,8±19,8*

Условные обозначения: * – достоверность различий между группами, P<0,05.

У лиц 2-й группы показатели правополушарных реакций составляли 509,6±15,6 мс, левополушарных – 499,7±13,7 мс (P<0,05). После умственной нагрузки аналогичные показатели достигали 551,1±18,8 мс и 485,8±16,9 мс соответственно. При этом в правом полушарии показатели ВР тормозились на 41,46±5,4 мс, а левополушарные реакции ускорились в среднем на 13,93±2,1 мс. Во 2-й группе лиц в состоянии относительного покоя и после умственной нагрузки соотношение скорости реагирования на сигналы разной модальности распределялось сходным образом: $ВР_{свет} < ВР_{звук} < ВР_{кожн.}$. После умственной нагрузки данные соотношения распределялись следующим образом: $ВР_{свет} < ВР_{звук} < ВР_{кожн}$ в правом полушарии и $ВР_{свет} < ВР_{кожн.} < ВР_{звук}$ – в левом. Корректурная проба выявила наличие у обследованных 2-й группы выраженного увеличения степени левополу-

шарной асимметрии с 9,91±0,9 мс до 65,3±11,2 мс. При этом показатели ВР в правом полушарии на 1-е предъявление сигнала тормозились на 48,84±8,7 мс, при повторном предъявлении – на 34,82±7,8 мс. В левом полушарии ускорение на 1-е предъявление составило 8,52±1,1 мс, на 2-е – 19,33±2,7 мс.

Через 7 лет после первого исследования у испытуемых 1-й группы показатели правополушарных реакций в состоянии «фона» составили 501,6±17,2 мс, левополушарных – 578,6±17,8 мс (табл. 1). После умственной нагрузки аналогичные показатели у них составили 619,3±19,5 и 531,8±19,8 мс соответственно, при этом в правом полушарии преобладала активность кожных сенсорных зон, в левом – зрительных. Умственная нагрузка вызвала торможение активности правого полушария на 117,7±2,4 мс, в то время как левополушарные реакции ускорялись на 46,8±1,2 мс. Соотношение скорости реагирования на сигналы разной модальности в состоянии относительного покоя и после умственной нагрузки в правом полушарии распределялось следующим образом: $ВР_{кожн.} < ВР_{свет} < ВР_{звук}$, в левом – $ВР_{свет} < ВР_{кожн.} < ВР_{звук}$. В состоянии относительного покоя в 1-й группе испытуемых, достигших старческого возраста, доминировала активность правого полушария на 77±1,4 мс. Предъявление корректурной пробы вызывало смену типа асимметрии в сторону доминирования левого полушария на 46,8±1,1 мс. Показатели ВР на первое и повторное предъявление сигнала в правом полушарии тормозились на 34,6±1,4 и 47,8±2,5 мс соответственно. В левом полушарии ускорение на 1-е предъявление составило 21,41±4,1 мс, на 2-е – 17,6±2,2 мс.

Наряду с количественными и качественными различиями показателей реактивности сенсорных зон в группах испытуемых с разной продолжительностью жизни выявлена корреляция показателей календарного возраста испытуемых с величиной реактивности сенсорных зон коры головного мозга, которая на первом этапе исследования в 1-й группе составила 0,57, во 2-й – 0,22.

Таким образом, показатели высокого когнитивного ресурса в пожилом возрасте являются основой дожития индивида до старческого возраста. Данный факт с физиологических позиций может быть объяснен тем, что одним из механизмов реализации онтогенетической инволюции организма человека может оказаться скорость возрастной динамики психофизиологических механизмов, определяющих умственную работоспособность человека [2, 134]. Оценить онтогенетическую динамику физиологической перестройки функциональной активности центральной нервной системы можно по показателям реактивности сенсорных зон головного мозга [5, 199].

Проведенные исследования показали, что при первичном обследовании во 2-й группе испытуемых показатели право- и левополушарных реакций были медленнее по сравнению с 1-й группой на всех этапах эксперимента. Умственная нагрузка сопровождалась активацией обоих полушарий в 1-й группе и торможением реакций – во 2-й. Внутриполушарное соотношение активности сенсорных зон в 1-й группе было ближе к норме, и на этапе умственной нагрузки в левом полушарии доминирующим являлся слуховой анализатор.

Повторные исследования в 1-й группе, проведенные через 7 лет, выявили выраженное замедление право- и левополушарных реакций. Умственная нагрузка стала вызывать торможение левого полушария. Изменился тип переработки информации с переходом от доминирования зрительного анализатора на кожный в правом полушарии и со слухового на зрительный – в левом.

Сопоставление полученных данных выявляет определенное сходство в реактивности сенсорных зон, их меж- и внутриполушарном соотношении между испытуемыми 2-й группы и показателями испытуемых 1-й группы, полученными при повтором обследовании. Можно утверждать, что неблагоприятными мозговыми механизмами когнитивных процессов у лиц пожилого возраста, умерших в течение 7 последовавших за обследованием лет, являются выраженное уменьшение показателей ВР на зрительные, слуховые и кожные сигналы, отражающее снижение темпа восприятия информации; торможение правополушарных показателей ВР после умственной нагрузки как результат снижения функциональных возможностей коры и развития механизмов запредельного торможения; изменение внутриполушарного соотношения реактивности сенсорных зон. Это указывает на то, что изменение нормального функционирования 1-й сигнальной системы, доминирование зрительного анализатора, низкая реактивность слухового анализатора, особенно в левом полушарии, торможение показателей ВР на 1-е и 2-е предъявление сигнала являются маркерами резкого ослабления механизмов произвольной активности и резко снижают интегрирующее влияние центральной нервной системы на соматические функции организма.

Резюме. Степень реактивности сенсорных зон коры головного мозга является важным психофизиологическим показателем умственной работоспособности, учет которого не только позволяет прогнозировать когнитивный ресурс человека, но и может оказаться полезным в комплексном прогнозе возможной предстоящей продолжительности жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Войтенко, В. П.* Системные механизмы развития и старения / В. П. Войтенко, А. М. Полюхов. – Л. : Наука, 1986. – 184 с.
2. *Крайг, Г.* Психология развития / Г. Крайг. – СПб. : Питер, 2000. – 987 с.
3. *Лакин, Г. Ф.* Биометрия : учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 293 с.
4. *Никишина, Н. А.* Диагностика эффективности познавательных способностей с помощью сенсомоторных показателей / Н. А. Никишина // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2007. – № 3. – С. 218–222.
5. *Савченко, А. А.* Сенсорные и сенсомоторные корреляты психических состояний и свойств личности / А. А. Савченко, Н. А. Никишина. – М. : Изд-во РГСУ, 2006. – 300 с.
6. *Старение* мозга / под общ. ред. В. В. Фролькиса. – Л. : Наука, 1991. – 223 с.
7. *Фролькис, В. В.* Физиологические механизмы старения / В. В. Фролькис. – Л. : Наука, 1991. – 277 с.

УДК 159.91: 612.8

УРОВЕНЬ РЕАКТИВНОСТИ СЕНСОРНЫХ ЗОН ПРАВОГО И ЛЕВОГО ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ 4–5 ЛЕТ С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

THE REACTIVITY LEVEL OF THE SENSORY AREAS OF THE RIGHT AND LEFT HEMISPHERES OF THE BRAIN OF 4–5 YEAR OLD CHILDREN WITH UNDERDEVELOPED SPEECH

И. Н. Медведев, Н. А. Никишина

I. N. Medvedev, N. A. Nikishina

Курский институт социального образования (филиал)
ГОУ ВПО «Российский государственный социальный университет», г. Курск

Аннотация. В статье представлен анализ реактивности зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон у детей 4–5 лет с общим недоразвитием речи. В архитектонике сенсорных систем в состоянии относительного покоя и в процессе умственной нагрузки зафиксированы неблагоприятные признаки, свидетельствующие о задержке и отклонении от нормального взаимодействия сенсорных зон. Выявлены нарушения внутри- и межполушарных взаимодействий зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон.

Полученные данные могут учитываться при коррекции логопедических расстройств у детей дошкольного возраста.

Abstract. The article presents the analysis of the reactivity of visual, auditory and skin sensory areas of the 4–5 year old children with underdevelopment of speech. Unfavourable characteristics, illustrating the delay and deviation form normal interaction of sensory zones are registered in the architectonics of sensory systems in the condition of guiescent state in the process of mental workload. Disturbances in intra and interhemispheric interaction of visual, auditory and skin sensory zones are discovered. The data obtained can be considered in correction of speech disorders in preschoolchildren.

Ключевые слова: *реактивность сенсорных зон, познавательные способности, детский возраст, половые различия.*

Keywords: *activity, sensory areas, cognitive ability, childhood, gender characteristics.*

Актуальность исследуемой проблемы. Дефектологические проблемы в дошкольном возрасте часто препятствуют правильному формированию познавательных процессов. Педагогическая и психологическая практика логопедии, направленная на устранение онтогенетических нарушений развития головного мозга, обуславливает потребность детального изучения механизмов, реализующих психические функции, поскольку знание физиологических причин их нарушений на ранних этапах развития существенно повысит эффективность методов устранения и предупреждения различных форм речевой недостаточности [1, 69], [6, 238]. Эффективность преодоления речевой недостаточности прямым

образом связана с ранним выявлением структуры дефекта, основу которого могут составлять дисфункции анализаторных систем мозга. Ввиду того, что речь формируется в тесной связи слухового анализатора с кинестетическим и зрительным, становится необходимым детальное изучение реактивности сенсорных зон коры и их взаимодействия у детей с логопедическими нарушениями [5, 163], [7, 211].

Целью настоящего исследования являлось изучение особенностей функционального состояния зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон коры правого и левого полушарий у детей 4–5 лет с логопедическими нарушениями в процессе познавательной деятельности.

Материал и методика исследований. В исследование были включены дети младшей и средней группы детского сада № 91 г. Курска. Экспериментальные группы составили 21 ребенок 4 лет и 23 ребенка 5 лет, имеющих диагноз «общее недоразвитие речи». В контрольные группы вошли 30 детей 4 лет и 32 ребенка 5 лет, отличающиеся адекватным поведением и сформированной речью.

Обоснованность распределения испытуемых по экспериментальным группам согласовывалась с воспитателями, логопедом и психологом детского сада.

Основным эмпирическим методом исследования являлся метод измерения времени право- и левополушарных реакций на зрительные, слуховые и кожные сигналы, осуществляющегося в два этапа [4, 218]. Первый этап состоял из трех последовательных циклов, включающих в себя измерение показателей времени право- и левополушарных реакций на попарное предъявление зрительных, кожных и звуковых сигналов (этап «фон»). Второй этап – «умственная нагрузка» – заключался в регистрации показателей времени реакции (ВР) в промежутках между диагностикой эффективности процессов внимания (тест Бурдона).

На основе показателей право- и левополушарных реакций на зрительные, кожные и слуховые сигналы на этапах «фон» и «умственная нагрузка» рассчитывались сенсомоторные показатели, отражающие структуру функциональных систем на уровне перцептивных звеньев:

– усредненные показатели времени лево- и правополушарных реакций на зрительные, кожные и звуковые сигналы;

– характер и величина активации показателей времени реакции на умственную нагрузку;

– внутриполушарное соотношение активности сенсорных зон;

– показатели межполушарной асимметрии зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон.

Достоверность различий между группами испытуемых оценивалась t-критерием Стьюдента [2, 121].

Результаты исследований и их обсуждение. Практика коррекции логопедических расстройств на ранних этапах онтогенеза диктует необходимость поиска нарушений мозговых механизмов психических процессов у детей с дефектами речи.

В норме у детей 4 лет в процессе выполнения теста Бурдона скорость правополушарных реакций составила 500,3±21,6 мс, левополушарных – 553,7±21,5 мс, в то время как в группе детей с общим недоразвитием речи аналогичные показатели составили 666,9±23,8 мс и 803,2±29,7 мс соответственно (табл. 1).

Выявлено, что в 4 года у детей 1-й группы наиболее интенсивными оказались реакции на зрительные сигналы, предъявляемые к правому полушарию, и кожные, предъ-

являемые к левому полушарию. Доминирование в начале опытов левополушарных реакций сменялось после умственной нагрузки заметным преобладанием правополушарных за счет значительного ускорения правополушарных реакций на световые и кожные стимулы.

В контрольной группе детей соотношение активности сенсорных зон в правом полушарии имело следующий вид: $ВР_{свет} < ВР_{звук} < ВР_{кожн.}$, в левом – $ВР_{кожн.} < ВР_{звук} < ВР_{свет}$, в то время как в группе детей с логопедическим нарушениями слуховые сенсорные зоны обоих полушарий имели самую низкую реактивность.

У 5-летних детей с нормальным развитием речи среднее значение правополушарных реакций после умственной нагрузки составило 501,1±19,6 мс, левополушарных – 515,3±21,8 мс, в то время как во второй группе аналогичные показатели составили 632,1±29,1 мс и 625,5±28,6 мс соответственно (табл. 2). В 1-й группе испытуемых наиболее реактивными среди правополушарных сенсорных центров оказались кожные и слуховые сенсорные зоны, а среди левополушарных – слуховые. В целом, дети 1-й группы отличались более высокой скоростью регистрируемых реакций, доминированием правополушарных реакций, генерализованной активацией право- и левополушарных реакций под влиянием умственной нагрузки. Соотношение активности сенсорных зон в обоих полушариях распределилось следующим образом: $ВР_{звук} < ВР_{кожн.} < ВР_{свет}$ с доминированием левополушарной слуховой зоны на этапе умственной нагрузки.

У детей логопедической группы наблюдалось замедление показателей времени реакции на все предъявляемые сигналы по сравнению с 1-й группой. Внутриполушарное соотношение активности их сенсорных зон в обоих полушариях имело следующий вид: $ВР_{звук} < ВР_{свет} < ВР_{кожн.}$ с доминированием правополушарной слуховой зоны на этапе умственной нагрузки.

В отличие от контрольной группы, где после предъявления теста Бурдона происходила активация всех сенсорных зон, для детей с дефектами речи было характерно торможение показателей времени левополушарных реакций на зрительные и кожные сигналы.

В процессе концентрации внимания у детей логопедической группы выявлена более низкая по сравнению с контрольной группой реактивность сенсорных зон коры, определяемая «базальным» уровнем активности головного мозга, которая обусловливается работой 1-го функционального блока (по А. Р. Лурия) [3, 123].

У детей 4–5 лет с общим недоразвитием речи умственная нагрузка приводит к торможению активности левополушарных сенсорных зон, что говорит о низких функциональных возможностях левого полушария и дисфункциях прежде всего 3-го функционального блока мозга [3, 143]. При этом у детей логопедической группы соотношение активности зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон обоих полушарий носит иной вид по сравнению с контрольной группой и проявляется в чертах, присущих более раннему возрасту (работа 2-го информационного блока) [3, 142]. В 4 года – это отставание в реактивности слуховых сенсорных зон обоих полушарий и доминирование правополушарной слуховой сенсорной зоны (вместо левополушарной) в 5-летнем возрасте.

На втором этапе эксперимента у детей с логопедическими проблемами происходит торможение показателей времени двигательной реакции, что, вероятно, свидетельствует о низких функциональных возможностях 1-го функционального блока мозга и развитии механизмов запредельного торможения в ответ на предъявление умственной нагрузки.

Таблица 1

Право- и левополушарные реакции (в мс) у детей 4-летнего возраста до и после умственной нагрузки (M±m)

Этапы экспери-мента	Группы испытуемых	Правополушарные реакции				Левополушарные реакции			
		свет	кожн.	звук	правое полушарие	свет	кожн.	звук	левое полушарие
До нагрузки	Контрольная группа, n=30	585,2±27,8	656,2±34,1	578,6±34,6	606,3±23,1	646,9±24,7	602,6±24,8	569,3±25,1	605,6±22,1
	Логопедическая группа, n=21	794,7±41,7*	972,4±24,1*	845,9±23,8*	871,2±36,6*	855,5±37,8*	714,4±25,7*	690,4±28,6*	753,1±20,5*
После нагрузки	Контрольная группа, n=30	417,5±23,8	579,2±38,7	503,3±29,7	500,3±21,6	562,9±25,8	540,3±28,6	558,1±22,6	553,7±21,5
	Логопедическая группа, n=21	634,5±29,4*	685,6±26,5*	689,1±21,6*	666,9±23,8*	829,2±26,6*	689,6±29,1*	890,2±22,7*	803,2±29,7*

Условные обозначения: * – достоверность различий между 1-й и 2-й группами, P<0,05

Таблица 2

Право- и левополушарные реакции (в мс) у детей 5-летнего возраста до и после умственной нагрузки (M±m)

Этапы экспери-мента	Группы испытуемых	Правополушарные реакции				Левополушарные реакции			
		свет	кожн.	звук	правое полушарие	свет	кожн.	звук	левое полушарие
До нагрузки	Контрольная группа, n=30	570,8±28,1	567,5±42,1	558,7±38,5	565,6±39,1	605,4±32,6	647,2±27,7	508,6±20,7	587,5±26,6
	Логопедическая группа, n=23	651,9±34,1*	724,7±38,4*	838,4±41,8*	738,7±29,1*	595,5±23,7	536,1±41,8	601,9±23,1*	577,5±28,6
После нагрузки	Контрольная группа, n=30	514,1±23,5	494,7±31,2	495,3±21,8	501,1±19,6	554,6±34,6	544,4±35,7	445,5±26,6	515,3±21,8
	Логопедическая группа, n=23	572,4±34,1	642,2±38,4*	536,5±36,8	632,1±29,1*	619,5±23,7	670,4±32,8*	586,9±23,1*	625,5±28,6*

Условные обозначения: * – достоверность различий между 1-й и 2-й группами, P<0,05

Таким образом, нейрофизиологический анализ полученных результатов дает основания предполагать, что у детей 4–5 лет с общим недоразвитием речи нарушается структура функциональных систем познавательных способностей на уровне всех 3-х функциональных блоков (по А. Р. Лурия) и сопровождается незрелостью 1-й и 2-й сигнальных систем.

Резюме. С целью диагностики причин логопедических расстройств целесообразна регистрация реактивности сенсорных зон левого и правого полушарий в состоянии относительного покоя и на фоне предъявления умственных нагрузок.

У детей с логопедическими нарушениями изменено внутри- и межполушарное взаимодействие зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жукова, Н. С.* Преодоление общего недоразвития речи у дошкольников / Н. С. Жукова, Е. М. Мастюкова, Т. Б. Филичева. – М. : Просвещение, 1989. – 163 с.
2. *Лакин, Г. Ф.* Биометрия : учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 293 с.
3. *Лурия, А. Р.* Основы нейропсихологии : учебное пособие / А. Р. Лурия. – М. : МГУ, 2007. –374 с.
4. *Никишина, Н. А.* Диагностика эффективности познавательных способностей с помощью сенсомоторных показателей / Н. А. Никишина // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2007. – № 3. – С. 218–222.
5. *Савченко, А. А.* Сенсорные и сенсомоторные корреляты психических состояний и свойств личности / А. А. Савченко, Н. А. Никишина. – М. : Изд-во РГСУ, 2006. – 321 с.
6. *Фарбер, Д. А.* Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) / Д. А. Фарбер, Н. В. Дубровинская // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 237–243.
7. *Фарбер, Д. А.* Функционирование мозга в раннем онтогенезе / Д. А. Фарбер. – М. : Просвещение, 1995. – 279 с.

УДК 539.37

КРУЧЕНИЕ СЕКТОРА АНИЗОТРОПНОГО КРУГОВОГО КОЛЬЦА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПЕРЕМЕННОГО ДАВЛЕНИЯ*

TORSION OF SECTOR OF THE ANISOTROPIC CIRCULAR RING AT ACTION OF VARIABLE PRESSURE

Б. Г. Миронов, Л. С. Козлова

B. G. Mironov, L. S. Kozlova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В настоящей работе исследуется задача о предельном состоянии сектора анизотропного кругового кольца при кручении. Предполагается, что сектор кругового кольца находится под действием переменного давления, линейно зависящего от угла поворота вокруг оси сектора. Определено напряженно-деформированное состояние сектора.

Abstract. The problem of limiting condition of sector of the anisotropic circular ring at torsion is investigated in the given work. It is supposed that the sector of the circular ring is under variable pressure, which is linear dependent on the rotating angle around the sector axis. The sector tension and deformations are found.

Ключевые слова: *кручение, напряжение, деформация, анизотропия, сектор кругового кольца.*

Keywords: *torsion, tension, deformation, anisotropy, sector of the circular ring.*

Актуальность исследуемой проблемы. Кручение – один из основных видов нагружений, действующих на элементы сооружений: стержни, балки, пластины, оболочки и т. д. Исследование предельного состояния тел при кручении, находящихся под действием внешнего переменного давления, является актуальной задачей теории предельного состояния.

Материал и методика исследований. Использовались фундаментальные представления теории идеальной пластичности и аналитические методы исследования.

Результаты исследований и их обсуждение. Рассмотрим сектор анизотропного кругового кольца, ориентированный в цилиндрической системе координат $r\theta z$. Ось z является осью симметрии кругового кольца (рис. 1).

Пусть напряженное состояние, возникающее в стержне, характеризуется условием пластичности

$$A(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + B(\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + C(\sigma_z - \sigma_r)^2 + D\tau_{r\theta}^2 + E\tau_{\theta z}^2 + F\tau_{rz}^2 = 1, \qquad (1)$$

где $A, B, C, D, E, F - const$, σ_{ij} − компоненты напряжения в цилиндрической системе координат $r\theta z$.

* Работа выполнена в рамках проекта № 09-01-0024-а, финансируемого РФФИ в 2010 г.

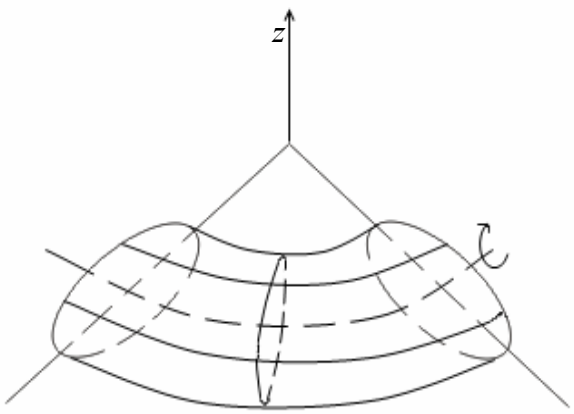


Рис. 1

К соотношению (1) присоединим три уравнения равновесия

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta}+\frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z}+\frac{\sigma_r-\sigma_\theta}{r}=0,$$
$$\frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta}+\frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z}+\frac{2\tau_{r\theta}}{r}=0, \qquad (2)$$
$$\frac{\partial \tau_{rz}}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial \theta}+\frac{\partial \sigma_z}{\partial z}+\frac{\tau_{rz}}{r}=0.$$

Система соотношений (1), (2) является статически неопределимой.

Предположим,

$$\sigma_r=\sigma_\theta=\sigma_z=-\mu\theta+c_1,\ \tau_{rz}=0,\ \tau_{r\theta}=\tau_{r\theta}(r,z),\ \tau_{\theta z}=\tau_{\theta z}(r,z), \qquad (3)$$

где $\mu = const$, $c_1 = const$.

Согласно (3) из (1) и (2) получим

$$\frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r}+\frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z}=\frac{\mu-2\tau_{r\theta}}{r}, \quad D\tau_{r\theta}^2+E\tau_{\theta z}^2=1. \qquad (4)$$

Второму уравнению (4) удовлетворим, полагая

$$\tau_{r\theta}=a\cos\varphi,\ \tau_{\theta z}=b\sin\varphi, \qquad (5)$$

где $a=\frac{1}{\sqrt{D}}$, $b=\frac{1}{\sqrt{E}}$.

Подставляя выражения (5) в первое уравнение (4), имеем

$$-a\sin\varphi\frac{\partial\varphi}{\partial r}+b\cos\varphi\frac{\partial\varphi}{\partial z}=\frac{\mu-2a\cos\varphi}{r}. \qquad (6)$$

Система уравнений для определения характеристик (6) имеет вид

$$-\frac{dr}{a\sin\varphi}=\frac{dz}{b\cos\varphi}=\frac{rd\varphi}{\mu-2a\cos\varphi}. \qquad (7)$$

Из системы (7) следует

$$\frac{dz}{dr} = -\frac{a}{b}\operatorname{ctg}\varphi, \tag{8}$$

$$r^2(\mu - 2a\cos\varphi) = c_2, \tag{9}$$

где $c_2 = const$.

Исключая из (8) φ, получим следующее уравнение характеристики:

$$z = \pm\int \frac{(\mu r^2 - c_2)dr}{\sqrt{((2a-\mu)r^2 + c_2)((2a+\mu)r^2 - c_2)}}. \tag{10}$$

Обозначим через L контур поперечного сечения кругового кольца в плоскости *rz* *(θ=const)*. Предположим, что боковая поверхность кругового кольца свободна от касательных усилий. Тогда вектор касательного напряжения $\boldsymbol{\tau}$ во всех точках контура L направлен по касательной к нему.

Пусть $\boldsymbol{\tau} = \tau_{rz}\mathrm{i} + \tau_{\theta z}\mathrm{j}$ – вектор касательного напряжения, где *i, j* – единичные векторы вдоль осей *r* и *θ*. Согласно (5)

$$\frac{dz}{dr} = \frac{\tau_{\theta z}}{\tau_{r\theta}} = \frac{b}{a}\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg}\beta, \tag{11}$$

где β − угол, который образует вектор касательного напряжения $\boldsymbol{\tau}$ с осью *r*.

Тогда

$$\beta = \varphi - \psi, \tag{12}$$

где $\operatorname{tg}\psi = \dfrac{(b-a)\operatorname{tg}\varphi}{b + a\operatorname{tg}^2\varphi}$, ψ − угол анизотропии. В изотропном случае *b*=*a*=1, *ψ=0, φ=β*.

Пусть $(r_0, x_0) \in L$ и $\varphi(r_0, z_0) = \varphi_0$. Тогда из (9) следует

$$r_0^2(\mu - 2a\cos\varphi_0) = c_2. \tag{13}$$

С учетом (13) из (10) получим

$$z = z_0 \pm \int_{r_0}^{r} \frac{\left(\mu(\rho^2 - r_0^2) + 2ar_0^2\cos\varphi_0\right)d\rho}{\sqrt{\left(2a\rho^2 - \mu(\rho^2 - r_0^2) - 2ar_0^2\cos\varphi_0\right)\left(2a\rho^2 + \mu(\rho^2 - r_0^2) + 2ar_0^2\cos\varphi_0\right)}}. \tag{14}$$

Из (7) следует, что вдоль характеристик (14)

$$\frac{dz}{dr} = -\frac{b}{a}\operatorname{ctg}\varphi. \tag{15}$$

Следовательно,

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a^2\operatorname{tg}^2\beta + b^2}{(a^2 - b^2)\operatorname{tg}\beta}, \tag{16}$$

где α − угол между вектором касательного напряжения $\boldsymbol{\tau}$ и характеристикой.

Согласно (9) и (13) из (5) имеем

$$\tau_{\theta z} = \pm\frac{b}{2ar^2}\sqrt{\left(2ar^2 - \mu(r^2 - r_0^2) - 2ar_0^2\cos\varphi\right)\left(2ar^2 + \mu(r^2 - r_0^2) + 2ar_0^2\cos\varphi\right)},$$

$$\tau_{r\theta} = \frac{\mu(r^2 - r_0^2) + 2ar_0^2\cos\varphi}{2r^2}. \tag{17}$$

После того, как построено поле характеристик, задача определения напряженного состояния может считаться решенной. Касательные усилия в точках характеристик определяются соотношением (17).

Деформированное состояние сектора анизотропного кругового кольца определим из соотношений ассоциированного закона пластического течения. Из условия экстремума функционала

$$A = \varepsilon_r\sigma_r + \varepsilon_\theta\sigma_\theta + \varepsilon_z\sigma_z + 2\left(\varepsilon_{r\theta}\tau_{r\theta} + \varepsilon_{\theta z}\tau_{\theta z} + \varepsilon_{rz}\tau_{rz}\right) -$$
$$- \mu\left(A\left(\sigma_r - \sigma_\theta\right)^2 + B\left(\sigma_\theta - \sigma_z\right)^2 + C\left(\sigma_z - \sigma_r\right)^2 + D\tau_{r\theta}^2 + E\tau_{\theta z}^2 + F\tau_{rz}^2 - 1\right), \quad (18)$$

имеем

$$\varepsilon_r = 2\mu\left(\left(A + C\right)\sigma_r - A\sigma_\theta - C\sigma_z\right), \varepsilon_{r\theta} = 2\mu D\tau_{r\theta},$$
$$\varepsilon_\theta = 2\mu\left(-A\sigma_r + \left(A + B\right)\sigma_\theta - B\sigma_z\right), \varepsilon_{\theta z} = 2\mu E\tau_{\theta z}, \quad (19)$$
$$\varepsilon_z = 2\mu\left(-C\sigma_r - B\sigma_\theta + \left(C + B\right)\sigma_z\right), \varepsilon_{rz} = 2\mu F\tau_{rz}.$$

Согласно (3) из (19) получим

$$\varepsilon_r = \varepsilon_\theta = \varepsilon_z = \varepsilon_{rz} = 0, E\varepsilon_{r\theta}\tau_{\theta z} = D\varepsilon_{\theta z}\tau_{r\theta}. \quad (20)$$

При исследовании деформированного состояния сектора анизотропного кругового кольца будем считать, что геометрия тела не меняется, начальные деформации равны нулю, компоненты тензора напряжений имеют постоянное значение в каждой точке. Тогда ассоциированный закон течения (20) после интегрирования примет вид:

$$e_r = e_\theta = e_z = e_{rz} = 0, Ee_{r\theta}\tau_{\theta z} = De_{\theta z}\tau_{r\theta}, \quad (21)$$

где e_{ij} – компоненты тензора деформаций.

Используя соотношения связи между компонентами деформаций и компонентами перемещений

$$e_r = \frac{\partial u}{\partial r}, e_\theta = \frac{u}{r} + \frac{1}{r}\frac{\partial v}{\partial \theta}, e_z = \frac{\partial w}{\partial z},$$
$$2e_{r\theta} = \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial \theta}, 2e_{\theta z} = \frac{1}{r}\frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{\partial v}{\partial z}, 2e_{rz} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial r}, \quad (22)$$

где u, v, w – компоненты перемещений вдоль осей $r, \theta, z,$ в соотношениях (21), перейдем к компонентам перемещений

$$\frac{\partial u}{\partial r} = \frac{u}{r} + \frac{1}{r}\frac{\partial v}{\partial \theta} = \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial r} = 0, \quad (23)$$

$$\left(\frac{1}{r}\frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{\partial v}{\partial z}\right)b\cos\varphi = \left(\frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial \theta}\right)a\sin\varphi. \quad (24)$$

Предположим,

$$v = v\left(r, z\right). \quad (25)$$

Тогда из (23) имеем

$$u = 0, w = \eta\theta, \quad (26)$$

где $\eta = const$.

Согласно (25), (26) из (24)

$$-a\frac{\partial v}{\partial r}\sin\varphi + \frac{\partial v}{\partial z}b\cos\varphi = -\frac{va\sin\varphi + \eta b\cos\varphi}{r}. \quad (27)$$

Соответствующая система уравнений для определения характеристик соотношения (27) имеет вид

$$-\frac{dr}{a\sin\varphi}=\frac{dz}{b\cos\varphi}=-\frac{rdv}{va\sin\varphi+\eta b\cos\varphi}. \tag{28}$$

Из (28) вытекает, что характеристики уравнений (6) и (27) совпадают.

Вдоль характеристик имеем

$$v=r\left(\pm\frac{\eta b}{a}\int\frac{\left(\mu r^2-c_2\right)dr}{r^2\sqrt{\left((2a-\mu)r^2+c_2\right)\left((2a+\mu)r^2-c_2\right)}}+c_3\right), \tag{29}$$

где c_3 – постоянная, своя вдоль каждой характеристики.

Постоянная c_3 определяется из граничных условий для перемещения v. Рассматривая огибающую характеристик либо линию разрыва напряжений как предельное положение жесткого слоя, положим деформацию сдвига на этих линиях равной нулю.

Получим

$$\frac{\partial v}{\partial r}=\frac{v}{r},\ \frac{\partial v}{\partial z}=-\frac{\eta}{r}. \tag{30}$$

Согласно (30) вдоль огибающей имеем

$$dv=\frac{v}{r}dr-\frac{\eta}{r}dz. \tag{31}$$

Так как v определяется с точностью до жесткого перемещения, то, принимая в какой-нибудь точке огибающей характеристик либо линии разрыва напряжения $v=0$ и интегрируя (31) вдоль нее, находим значение v во всех точках огибающей и, следовательно, сможем определить константу c_3 для каждой характеристики.

Резюме. Решена задача о кручении сектора анизотропного кругового кольца, боковая поверхность которого находится под давлением, линейно зависящим от угла поворота вокруг оси сектора. Определено напряженное состояние сектора, найдены характеристики, определены деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивлев, Д. Д.* Теория идеальной пластичности / Д. Д. Ивлев. – М. : Наука, 1966. – 232 с.

2. *Качанов, Л. М* Основа теории пластичности / Л. М. Качанов. – М. : Наука, 1969. – 420 с.

3. *Козлова, Л. С.* Предельное состояние цилиндрических и призматических стержней с отверстием при кручении / Л. С. Козлова // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2010. – № 2 (66). – С. 69–74.

4. *Миронов, Б. Г.* Кручение сектора кругового кольца при действии переменного давления / Б. Г. Миронов // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2009. – № 2 (62). – С. 23–26.

УДК 547.341

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СОЕДИНЕНИЙ ХЛОРФОСФОНИЯ С НАТРИЙ N,N-ДИЭТИЛАМИДОДИТИОКАРБАМАТОМ И АМИНОКИСЛОТАМИ*

INTERACTION OF CHLOROPHOSPHONIUM COMPOUNDS WITH SODIUM N,N-DIETYLAMIDODITIOKARBAMAT AND AMINOACIDS

Ю. Н. Митрасов, О. В. Кондратьева, Н. А. Лукичева, И. В. Гордеева

Y. N. Mitrasov, O. V. Kondratyeva, N. A. Lukicheva, I. V. Gordeeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что аминокислоты и натрий N,N-диэтиламидодитиокарбамат являются эффективными и безопасными агентами разложения органилтрихлорфосфоний гексахлорфосфатов до органилдихлорфосфонатов (-тиофосфонатов). Выявлено стимулирующее действие разбавленных растворов 2-хлоргексил-, стирил- и стирилтиофосфоновых кислот на лабораторную всхожесть семян злаковых культур.

Abstract. It has been established that aminoacids and sodium N,N-diethylamidoditiocarbamate are effective and safety agents of decomposition of organyltrichlorophosphonium hexachlorophosphates to organyldichlorophosphonates (-tiophosphonates). The stimulus effect of solvates of 2-chlorohexyl-, styril and styriltiophosphonic acids onto the germination power of cereal seeds has been found out.

Ключевые слова: *органилтрихлорфосфоний гексахлорфосфаты, натрий N,N-диэтиламидодитиокарбамат, органилдихлорфосфонат, органилдихлортиофосфонат, аминокислоты.*

Keywords: *organiltrichlorophosphonium hexachlorophosphates, sodium N,N-dietylamidoditiokarbamat, organyldichlorophosphonat, organyldichlorotiophosphonat, aminoacids.*

Актуальность исследуемой проблемы. Реакции пентахлорида фосфора с различными C-, N-, O- и S-нуклеофилами составляют основу одного из методов синтеза фосфорилированных алкенов, которые представляют повышенный интерес в качестве ценных полупродуктов фосфорорганического синтеза [2], [3]. Особенностью метода является его двустадийность: на первой стадии синтезируют аддукты пятихлористого фосфора и нуклеофила; на второй – обрабатывают эти аддукты различными реагентами для получения стабильных хлоридов фосфора (III, IV). Несмотря на большой ассортимент, используемые агенты не вполне отвечают требованиям современного производства вследствие различных причин: малой доступности, высокой токсичности, горючести, многостадийности технологического процесса, большого количества неиспользуемых отходов, низкой скорости процесса и в ряде случаев из-за низких выходов.

* Работа выполнена при финансовой поддержке аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 гг.)», проект № 2.1.1/1979.

В связи с этим с целью поиска новых, более эффективных и технологичных трансформеров нами было изучено взаимодействие органилтрихлорфосфоний гексахлорфосфатов с аминокислотами и N,N-диэтиламидодитиокарбаматом натрия.

Материал и методика исследований. В качестве С- и О-нуклеофилов для синтеза соединений хлорфосфония были использованы легкодоступные стирол, α-метилстирол, 1-гексен, 1-гептен, диэтилацеталь уксусного альдегида и тетрагидрофуран; аминокислоты – глицин, лизин, α-аминокапроновая и сульфаниловая кислоты. Аддукты указанных нуклеофилов с пятихлористым фосфором **(1а-е)** получали по стандартным методикам [2], [3] в среде абсолютного бензола при температуре 0–20 ºС и мольном соотношении реагентов, равном 1:2–3. Количество используемого растворителя превышало объем нуклеофила не менее чем в 5 раз. Это было вызвано тем, что в результате реакций образовывались очень плотные промежуточные продукты присоединения. При недостатке растворителя они застывают, что вызывает технологические осложнения при их дальнейших превращениях. Для завершения реакций выдерживали реакционную смесь при комнатной температуре в течение 24 ч. Далее обрабатывали образующиеся аддукты аминокислотами или N,N-диэтиламидодитиокарбаматом натрия, отделяли осадок, а фильтрат перегоняли.

Строение синтезированных соединений устанавливали по данными ИК- и ЯМР-спектров, чистоту подтверждали тонкослойной хроматографией, а состав – элементным анализом.

Результаты исследований и их обсуждение. Взаимодействие органилтрихлорфосфоний гексахлорфосфатов (**1а-е**) с аминокислотами осуществляли при эквимольном соотношении реагентов. Оказалось, что сульфаниловая кислота при комнатной температуре не реагирует с соединениями (**1а-е**). В случае аминокарбоновых кислот реакции протекали с достаточно высокой скоростью при 20–25°С и в среднем завершались через 0,1–0,2 ч после смешения реагентов. В ходе процесса трансформации аддуктов (**1а-е**) при необходимости применяли охлаждение, так как смешение компонентов сопровождается незначительным разогреванием реакционной смеси. При этом образовывались растворы желто-оранжевого цвета и выпадали осадки, которые являются гидрохлоридами хлорангидридов аминокислот, что было подтверждено качественной реакцией с нитратом серебра, данными количественного анализа и ИК-спектров. После отделения осадка перегонкой фильтрата были получены органилдихлорфосфонаты (**2а-е**) (табл.1).

$$\underset{\textbf{1 а-е}}{\overset{+}{R}PCl_3 \cdot \overset{-}{P}Cl_6} \xrightarrow[\text{-PSCl}_3\text{, -2NaCl}]{\text{2NaSC(S)N(C}_2\text{H}_5)_2 \;\; \text{-2ClC(S)N(C}_2\text{H}_5)_2} \underset{\textbf{2 а-е}}{RP(S)Cl_2}$$

везде R=$C_6H_5CH{=}CH$ (**а**), $C_6H_5C(CH_3){=}CH$ (**б**), $C_2H_5OCH{=}CH$ (**в**), $C_4H_9CHClCH_2$ (**г**), $C_5H_{11}CHClCH_2$ (**д**), (**е**).

Так, в ИК-спектре дихлорангидрида (**2г**) наряду с полосами поглощения С–Н связей метильной и метиленовых групп (2970, 2940, 2880, 1465, 1380, 940, 850 см$^{-1}$) имеются интенсивные полосы валентных колебаний Р=О (1260 см$^{-1}$) и Р–Cl (575, 540 см$^{-1}$) связей.

В спектре ЯМР ^{31}P имеется единственный сигнал с химическим сдвигом, равным 42 м. д., что согласуется с данными [5]. В спектре ЯМР ^{1}H четко определяются химические сдвиги протонов метильной (δ 0,92 м. д., т., $^{3}J_{HH}$ 7,0 Гц), α-метиленовой (δ 3,21 м. д., д. д., $^{2}J_{PH}$ 15.0 Гц, $^{3}J_{HH}$ 7,0 Гц), хлорметиновой (δ 4,36 м. д., м) и метиленовых групп углеводородного радикала (δ 1,26–2,08 м. д., м).

Таблица 1

Выходы, константы[а] и данные элементного анализа дихлорангидридов органилфосфоновых кислот (2а-е)

№ соед.	ВЫХОД, %	Т. кип., °С, (р, мм рт. ст.)	d_4^{20}	n_D^{20}	Найдено, %		ФОРМУЛА	Вычислено, %	
					Cl	P		Cl	P
2а[б, в]	95	175-7 (15)	–	–	32.23	14.11	$C_8H_7Cl_2OP$	32.08	14.01
2б	81	168-9 (10)	1.3209	1.5916	30.17	13.12	$C_9H_9Cl_2OP$	30.21	13.19
2в	85	100-1 (5)	1.3265	1.4952	37.68	16.45	$C_4H_7Cl_2O_2P$	37.52	16.39
2г[в]	70	138-9 (15)	1.2734	1.4863	44.90	13.11	$C_6H_{11}Cl_3OP$	44.87	13.07
2д	72	137-9 (10)	1.2418	1.4856	42.48	12.40	$C_7H_{13}Cl_3OP$	42.45	12.36
2е[б]	71	113-5 (6)	–	–	37.95	16.59	$C_4H_5Cl_2O_2P$	37.92	16.57

Примечание: [а] – литературные данные [2], [3], [6], [б] – т. пл.,°С: 70–71 (**2а**), 51–52 (**2е**), [в] – спектр ЯМР ^{31}P (δ, м.д.): 32 (**2а**), 42 (**2г**)

Таблица 2

Выходы, константы[а] и данные элементного анализа дихлорангидридов органилтиофосфоновых кислот (3а-д)

№ соед.	ВЫХОД, %	Т. кип. °С, (р, мм рт. ст.)	d_4^{20}	n_D^{20}	Найдено, %			ФОРМУЛА	Вычислено, %		
					Cl	P	S		Cl	P	S
3а[б]	94	170-2 (10)	1.3519	1.6437	29.86	12.90	13.41	$C_8H_7Cl_2PS$	29.77	13.06	13.52
3б	72	185-7 (10)	1.3307	1.6432	26.56	11.63	12.05	$C_9H_9Cl_2OPS$	26.54	11.59	12.00
3в	75	100-1 (4)	1.3329	1.5417	32.17	14.05	14.56	$C_4H_7Cl_2O_2PS$	32.08	14.01	14.50
3г[б]	61	128-9 (11)	1.2938	1.5261	39.67	11.58	11.99	$C_6H_{11}Cl_3OPS$	39.62	11.54	11.94
3д	60	127-9 (6)	1.2585	1.5218	37.69	10.98	11.41	$C_7H_{13}Cl_3OPS$	37.64	10.96	11.35

Примечание: [а] –) литературные данные [2], [3], [6], [б] – спектр ЯМР ^{31}P (δ, м.д.): 66 (**3а**), 82 (**3г**)

В ИК-спектре стирилдихлорфосфоната (**2а**), который идентичен опубликованному в литературе [5], содержатся характерные полосы поглощения валентных колебаний C=C, P=O, P–Cl связей в области 1600, 1265, 565, 512 см$^{-1}$ соответственно. Колебания ароматического кольца проявляются характерным набором полос поглощения C–H и C–C связей (3060, 3030, 1570, 1440, 750, 695 см$^{-1}$). В спектре ЯМР ^{31}P атом фосфора характеризуется одиночным сигналом с химическим сдвигом в области δ_p 32 м. д.

В качестве побочных продуктов образуются гидрохлориды хлорангидридов соответствующих аминокислот. На это указывают данные элементного анализа и ИК-спектров, в которых содержатся полосы поглощения N–H (3150-3305, 1610-1658 см$^{-1}$) и C=O (1716-1736 см$^{-1}$) связей. При обработке разбавленным раствором гидроксида на-

трия гидрохлориды хлорангидридов аминокислот могут быть превращены в аминокарбоновые кислоты, которые можно использовать повторно.

Нами впервые установлено, что органилтрихлорфосфоний гексахлорфосфаты (**1а-д**) легко реагируют в мягких условиях с N,N-диэтиламидодитиокарбаматом натрия. При этом наблюдалось постепенное растворение кристаллических аддуктов и после окончания реакций образовывались растворы желто-оранжевого цвета. Одновременно с гомогенизацией выпадал осадок хлорида натрия, который был идентифицирован качественной реакцией с нитратом серебра и дигидроантимонатом калия на наличие ионов хлора и натрия соответственно. После отделения осадка и перегонки фильтрата были получены органилдихлортиофосфонаты (**2а-е**) (табл. 2)

$$\overset{+}{R}PCl_3 \cdot \overset{-}{P}Cl_6 \xrightarrow{2\,(C_2H_5)_2NC(S)SNa} RP(S)Cl_2 + 2\,(C_2H_5)_2NC(S)Cl + NaCl + PSCl_3$$

1 а-д **3 а-д**

Строение соединений (**3а-д)** было подтверждено методами ИК- и ЯМР ^{31}P-спектроскопии. Так, в ИК-спектре дихлорангидрида (**3а**) полосы поглощения бензольного кольца и двойной связи проявляются в области 3070, 3040, 1600, 1575, 1490,1455 см$^{-1}$, P=S и P–Cl связей – 685, 525, 475 см$^{-1}$ соответственно. В спектре ЯМР ^{31}P атом фосфора характеризуется химическим сдвигом δ_P 66 м. д. В ИК-спектре дихлорангидрида (**3г**) наряду с полосами поглощения С–Н связей метильной и метиленовых групп (2970, 2940, 2880, 1465, 1380, 940, 850, см$^{-1}$) имеются интенсивные полосы валентных колебаний P=S (680 см$^{-1}$) и P–Cl (535, 480 см$^{-1}$) связей. В спектре ЯМР ^{31}P имеется единственный сигнал с химическим сдвигом, равным 82 м. д., что согласуется с данными [4].

Наряду со спектральными методами для подтверждения строения образующихся соединений нами были изучены некоторые химические свойства дихлорангидридов (**2а, б** и **3а, б**). Так, стирилдихлортиофосфонат легко гидролизуется, а при действии спиртовых растворов алкоголятов натрия превращается в диалкилстирилтиофосфонаты (**5а, б**).

Чистоту эфиров (**5а, б**) подтверждали данными тонкослойной хроматографии (*Silufol*, элюент: хлороформ-метанол 8:1, проявитель – пары иода).

$$C_6H_5CH{=}CHP(S)Cl_2 \xrightarrow{2\,H_2O} C_6H_5CH{=}CHP(S)(OH)_2 + 2HCl \quad \textbf{4}$$

$$C_6H_5CH{=}CHP(S)Cl_2 \xrightarrow{2\,RONa} C_6H_5CH{=}CHP(S)(OR)_2 + 2\,NaCl$$

5а,б: R= C_3H_7 (а), C_5H_{11} (б).

В ИК-спектрах эфиров **(5а, б)** содержатся следующие полосы поглощения: 3080, 3060, 3030, 1570, 1485-1490, 1440 (νC_6H_5);1600 (ν C=C); 1065-990; (ν P–O–C); 750-770 (δ C_6H_5); 690 см$^{-1}$ (ν P=S).

Дихлорангидриды (**3а, г**) гидролизуются до стирил- и 2-хлоргексилфосфоновых кислот (**6, 7**) соответственно.

$$\textbf{3 а,г} + 2\,H_2O \xrightarrow{-2\,HCl} C_6H_5CH{=}CHP(O)(OH)_2 \quad \textbf{6}$$

$$\textbf{3 а,г} + 2\,H_2O \xrightarrow{-2\,HCl} C_4H_9CHClCH_2P(O)(OH)_2 \quad \textbf{7}$$

Строение кислот (**6, 7**) подтверждали данными ИК-спектров, элементного анализа и хорошей сходимостью констант с литературными данными.

Известно, что многие фосфорорганические соединения обладают повышенной биологической активностью [1]. Поэтому с целью выявления этой активности нами было изучено влияние водных растворов стирил- (**6**), стирилтио- (**4**) и 2-хлоргексилфосфоновых (**7**) кислот на энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян злаковых культур и содержание хлорофилла в листьях.

Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях были проведены опыты с подбором четырех проб с четырехкратной повторностью зерновок ячменя сорта «Эльф», пшеницы яровой сорта «Московская 35», выделенных из навесок очищенной культуры по ГОСТ 12037-81. Проращивание семян проводили согласно ГОСТ 12037-84.

Выявлено, что стимулирующий эффект стирилфосфоновой и 2-хлоргексилфосфоновой кислот наблюдается при проращивании семян в 0,001–0,005 %-ых растворах по сравнению с контролем, а в пробах с концентрацией 0,01 % наблюдалось подавление всхожести семян. Также установлено, что 0,01 и 0,005 %-ые растворы стирилтиофосфоновой кислоты оказывают стимулирующее влияние на предпосевные качества зерновок ячменя, выражающиеся в повышении энергии прорастания и всхожести.

Для оценки влияния водных растворов стирилфосфоновой кислоты на содержание хлорофилла в листьях проращивали семена фасоли в течение 15 дней по следующей схеме: первый вариант – дистиллированная вода (контроль), второй вариант – 0,01 %-й, третий вариант – 0,005 %-й и четвертый вариант – 0,001 %-й растворы. Затем экстрагировали хлорофилл из навески живых листьев спиртом и измеряли оптическую плотность полученных спиртовых растворов пигмента на фотоколориметре КФК-2.

Нами выявлено, что при проращивании семян фасоли в растворах стирилфосфоновой кислоты с концентрацией 0,001 и 0,005 % наблюдается повышение содержания хлорофилла в листьях по сравнению с контролем.

Резюме. Показано, что аминокислоты и натрий N,N-диэтиламидодитиокарбамат могут быть рекомендованы в качестве эффективных трансформеров органилтрихлорфосфоний гексахлорфосфатов до органилдихлорфосфонатов (-тиофосфонатов). Выявлено стимулирующее действие разбавленных растворов 2-хлоргексил-, стирил- и стирилтиофосфоновых кислот на лабораторную всхожесть семян злаковых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корбридж, Д.* Фосфор. Основы химии, биохимии, технологии / Д. Корбридж ; пер с англ. О. В. Рудницкой и П. А. Чельцова-Бебутова ; под ред. Э. Е. Нифантьева. – М. : Мир, 1982. – 720 с.

2. *Кормачев, В. В.* Реакции пятихлористого фосфора с органическими соединениями / В. В. Кормачев, Ю. Н. Митрасов, В. А. Кухтин. – Чебоксары, 1978. – 172 с. – Деп. ОНИИТЭХим, Черкассы, № 2576/79.

3. *Кормачев, В. В.* Реакции пятихлористого фосфора с органическими соединениями. Сообщение II / В. В. Кормачев, Ю. Н. Митрасов. – Чебоксары, 1983. – 82 с. – Деп. ОНИИТЭХим, г. Черкассы, № 1011хп – Д 83.

4. *Нифантьев, Э. Е.* Спектроскопия ЯМР ^{31}P / Э. Е. Нифантьев, Л. К Васянина. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1986. – 148 с.

5. *Шагиддулин, Р. Р.* Атлас ИК-спектров фосфорорганических соединений / Р. Р. Шагиддулин, А. В. Чернова, В. С. Виноградова, Ф. С. Мухаметов. – М. : Наука, 1984. – 336 с.

6. *Kosolapoff, G. M.* Organic phosphorus compounds / G. M. Kosolapoff, L. Maier. – N. Y. : Wiley, 1972. – Vol. 4. – 531 p.

УДК 547.341

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АРИЛХЛОРФОСФОРАНОВ С N- И S-НУКЛЕОФИЛАМИ*

INTERACTION OF ARYLCHLORPHOSPHORANES WITH N- AND S-NUCLEOPHILS

Ю. Н. Митрасов, О. В. Кондратьева, Н. А. Лукичева, А. Г. Игнатьева

Y. N. Mitrasov, O. V. Kondratyeva, N. A. Lukicheva, A. G. Ignatyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что аминокислоты и тиосемикарбазид являются эффективными и безопасными трансформерами арилтетрахлор- и диарилтрихлорфосфоранов до арилдихлорфосфонатов (-тиофосфонатов) и диарилхлорфосфинатов (-тиофосфинатов).

Abstract. It has been established that amino acids and tiosemicarbazide are effective and safety transformers of aryltetrachlor- and diaryltrichlorphophoranes to aryldichlorphosphonates (-tiophosphonates) and dia-rylchlorphosphinates (-tiophosphinates).

Ключевые слова: *арилтетрахлор- и диарилтрихлорфосфораны, аминокислоты, тиосемикарбазид, арилдихлорфосфонаты (-тиофосфонаты) и диарилхлорфосфинаты (-тиофосфинаты), рострегулирующая активность.*

Keywords: *aryltetrachlor- and diaryltrichlorphosphoranes, amino acids, tiosemikarbazid, aryldichlorphosphonates (-tiophosphonates) and diarylchlorphosphinates (-tiophosphinates), germination regulation activity.*

Актуальность исследуемой проблемы. Хлорфосфораны являются ближайшими аналогами пентахлорида фосфора и вступают в ряд характерных для него реакций [5]. Так, органилтетрахлорфосфораны легко взаимодействуют с активными С-нуклеофилами с образованием 1-алкенилорганилтрихлорфосфоранов [1], [6], [7], [12], [13], [14], [15].

$$RPCl_4 + CH_2{=}CHX \longrightarrow XCH{=}CHP(R)Cl_3 + HCl$$

При действии воды, оксида серы (IV), сероводорода [5], [11], кетонов [2], ацеталей [3], дитионита натрия и хлористого сульфурила [8] они с выходами более 90 % превращаются в органилдихлорфосфонаты (-тиофосфонаты). При действии избытка оксиранов в присутствии хлорида титана (IV) арилтетрахлор- и диарилтрихлорфосфо-

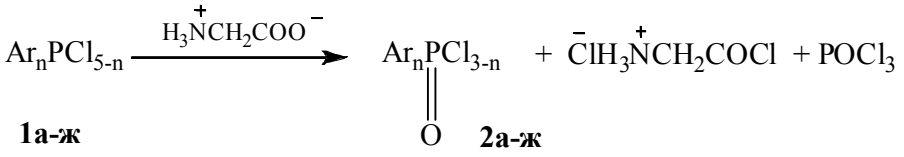
* Работа выполнена при финансовой поддержке аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 годы)», проект № 2.1.1/1979.

раны превращаются в соответствующие 2-хлоралкиловые эфиры арилфосфоновых и диарилфосфиновых кислот [9]. В продолжение этих работ повышенный интерес представляет изучение реакций хлорфосфоранов с соединениями, содержащими несколько нуклеофильных центров. В связи с этим целью работы явилось исследование реакций арилхлорфосфоранов с аминокислотами и тиосемикарбазидом, содержащими N- и S-нуклеофильные центры.

Материал и методика исследований. В качестве исходных соединений были использованы арилтетрахлор- и диарилтрихлорфосфораны (**1а-ж**), синтезированные хлорированием арилдихлор- и диарилхлорфосфинов. В качестве фосфоранов были использованы также стирилтетрахлор- и дистирилтрихлорфосфораны (**1д, ж**), полученные взаимодействием стирола с пятихлористым фосфором в соотношении 1:1 и 2:1 соответственно, как описано в работе [12].

Общая методика проведения реакций хлорфосфоранов (**1а-ж**) с аминокислотами и тиосемикарбазидом заключалась в постепенном смешении компонентов в среде абсолютного бензола при комнатной температуре и непрерывном перемешивании, отделении образующегося осадка и последующей перегонке фильтрата. Для исследования строения полученных соединений были использованы методы ИК-, ЯМР ^{31}P-спектроскопии, рефрактометрии и элементного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Нами впервые установлено, что в результате реакций хлорфосфоранов (**1а-ж**) с аминокислотами с высоким выходом образуются арилдихлорфосфонаты и диарилхлорфосфинаты (**2а-ж**) (табл. 1).



везде n=1, Ar=C_6H_5 (**а**), 4-$CH_3C_6H_4$ (**б**), 4-FC_6H_4 (**в**), 4-ClC_6H_4 (**г**), PhCH=CH (**д**); n=2, Ar=Ph (**е**), PhCH=CH (**ж**).

Строение соединений (**2а-ж**) было подтверждено методами ИК- и ЯМР ^{31}P-спектроскопии (табл. 2). Так, в ИК-спектре стирилдихлорфосфоната (**2д**) содержатся характерные полосы поглощения валентных колебаний C=C, P=O, P–Cl связей в области 1600, 1265, 565, 512 см$^{-1}$ соответственно. Колебания ароматического кольца проявляются характерным набором полос поглощения C–H и C–C связей. В спектре ЯМР ^{31}P атом фосфора характеризуется химическим сдвигом δ_P 33 м. д.

В качестве побочных продуктов образуются гидрохлориды хлорангидридов соответствующих аминокислот (**3**). На это указывают данные ИК-спектров, которые содержат полосы поглощения валентных и деформационных колебаний C=O (1716-1736 см$^{-1}$) и N–H (3150-3305, 1610-1658 см$^{-1}$) связей. Состав солей (**3**) подтвержден элементным анализом. При обработке разбавленным раствором гидроксида натрия они превращаются в аминокарбоновые кислоты, которые можно использовать повторно, что повышает экономичность процесса.

Таблица 1

Выходы, константы[а] и данные элементного анализа хлорангидридов арилфосфоновых и диарилфосфиновых кислот (2а-ж)

№ со-ед.	ВЫ-ХОД, %	Т. кип.,°С, (р, мм рт. ст.)	d_4^{20}	n_D^{20}	Найдено, %		ФОРМУЛА	Вычислено, %	
					Cl	P		Cl	P
2а	94	90-2 (2)	1.3915	1.5583	36.49	15.76	$C_6H_5Cl_2OP$	36.36	15.88
2б	93	108-9 (2)	1.3425	1.5572	33.44	14.93	$C_7H_7Cl_2OP$	33.92	14.82
2в	96	88 (2)	1.4802	1.5363	33.17	14.62	$C_6H_4Cl_2FOP$	33.29	14.54
2г	95	115-6 (2)	1.4708	1.5696	46.26	13.42	$C_6H_4Cl_3OP$	46.32	13.51
2д[б]	94	138-9 (2)	–	–	32.17	13.89	$C_8H_7Cl_2OP$	32.08	14.01
2е	92	170-1 (2)	1,2769	1,6041	15.16	13.11	$C_{12}H_{10}ClOP$	14.94	13.05
2ж[б]	95	–	–	–	12.31	10.64	$C_{16}H_{14}ClOP$	12.28	10.73

Примечание: [а] – литературные данные [4], [б] – т. пл.,°С : 71–72 (**2д**), 79–80 (**2ж**)

Таблица 2

Параметры ИК-, ЯМР ^{31}Р-спектров арилдихлорфосфонатов (2а-д)

№ со-ед.	ИК-спектр, см $^{-1}$	Спектр ЯМР ^{31}Р [а], δ_P, м. д.
2а	3070, 1590, 1485, 1440, 1120, 760, 730, 690 (C_6H_5), 1280 (P=O), 570, 545 (P-Cl)	34.5
2б	3070, 1590, 1450, 1400, 1120, 820, 690, (C_6H_4), 2940, 2880 (CH_3), 1270 (P=O), 570, 535 (P-Cl)	35.5
2в	3090, 1580, 1485, 1400, 1100, 830, 770 (C_6H_4), 1275 (P=O), 570 (P-Cl)	32.0
2г	3100, 3080, 1590, 1500, 1400, 1120, 840 (C_6H_4), 1275 (P=O), 1250 (C-F), 570, 545 (P-Cl)	24.0
2д	3060, 3030, 1600, 1570, 1495, 1440, 1010, 860, 810, 750, 690 ($C_6H_5CH{=}CH$), 1265 (P=O), 565, 512 (P-Cl)	33.0

Примечание: [а] – литературные данные [10]

Реакции хлорфосфоранов (**1а-ж**) с тиосемикарбазидом, по данным методов ИК-, ЯМР ^{31}Р-спектроскопии, рефрактометрии и элементного анализа, завершаются образованием арилдихлортиофосфонатов и диарилхлортиофосфинатов (**4а-ж**).

$$Ar_nPCl_{5-n} \xrightarrow{H_2NHNC(S)NH_2} Ar_nP(S)Cl_{3-n} + H_2NHNC(Cl_2)NH_2$$

1а-ж **4а-ж**

В ИК-спектре стирилдихлортиофосфоната (**4д**) содержатся полосы поглощения, характерные для бензольного кольца и винильной группы (3070, 3040, 1600, 1575, 1490, 1455 см$^{-1}$), P=S (685 см$^{-1}$) и P–Cl (525, 475 см$^{-1}$) связей. В спектре ЯМР ^{31}Р стирилдихлортиофосфонат (**2а**) характеризуется единственным сигналом с δ_P 66 м. д.

В качестве побочного продукта, согласно данным ИК-спектра и элементного анализа, образуется аминодихлорметилгидразин (**5**). В его спектре содержатся полосы поглощения, характерные для валентных и деформационных колебаний N–H (3259, 3175, 1644, 1619 $см^{-1}$) и C–Cl (572 $см^{-1}$) связей.

Константы и данные элементного анализа синтезированных соединений приведены в табл. 1 и 3, а параметры ИК- и ЯМР-спектров – в табл. 2.

Таблица 3

Выходы, константы[а] и данные элементного анализа хлорангидридов арилтиофосфоновых и диарилтиофосфиновых кислот (4а-ж)

№ соед.	ВЫХОД, %	Т. кип., °С, (р, мм рт. ст.)	d_4^{20}	n_D^{20}	НАЙДЕНО, %			ФОРМУЛА	Вычислено, %		
					Cl	P	S		Cl	P	S
4а	94	135-7 (12)	1.4068	1.6255	33.71	14.74	15.32	$C_6H_5Cl_2PS$	33.60	14.68	15.19
4б	93	150-2 (13)	1.4275	1.6130	31.58	13.81	14.29	$C_7H_7Cl_2PS$	31.50	13.76	14.24
4в	95	157-9 (15)	1.5156	1.6348	30.11	13.60	15.50	$C_6H_4Cl_2FPS$	30.96	13.52	14.00
4г	96	127-8 (12)	1.5186	1.5981	43.42	12.71	13.19	$C_6H_4Cl_3PS$	43.32	12.62	13.06
4д	94	172-4 (10)	1.3523	1.6433	29.87	12.92	13.38	$C_8H_7Cl_2PS$	29.77	13.06	13.52
4е	93	[б]	1.3330	1.6632	14.10	12.36	12.76	$C_{12}H_{10}ClPS$	14.03	12.26	12.69
4ж	95	[б]	–	1.6790	11.58	12.75	13.30	$C_{16}H_{14}ClPS$	11.66	12.90	13.31

Примечание: [а] – литературные данные [4], [б] – маслообразные вещества

Известно, что многие фосфорорганические соединения обладают повышенной биологической активностью [5]. Поэтому с целью оценки рострегулирующей активности нами было изучено влияние водных растворов фенил- и стирилфосфоновой, а также дистирилфосфиновой кислот, полученных гидролизом соответствующих хлорангидридов, на энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян злаковых культур и содержание хлорофилла в листьях.

Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях были проведены опыты с подбором четырех проб с четырехкратной повторностью зерновок пшеницы яровой сорта «Прохоровка», ячменя сорта «Эльф» и овса сорта «Аргамак», выделенных из навесок очищенной культуры по ГОСТ 12037-81. Проращивание семян проводили по ГОСТ 12037-84.

Выявлено, что при проращивании семян пшеницы в 0,005 %-м растворе фенилфосфоновой и 0,0005 %-м растворе стирилфосфоновой кислот энергия прорастания увеличивается на 9–12 %, а лабораторная всхожесть – на 14–15 % по сравнению с контролем (вода). При использовании более концентрированных растворов наблюдается ингибирующее действие. Стимулирующее влияние на предпосевные качества зерновок ячменя, выражающееся в повышении энергии прорастания и всхожести, оказывают 0,001–0,005 %-е растворы стирилфосфоновой и 0,01–0,005 %-е растворы стирилтиофосфоновой кислот. Растворы дистирилфосфиновой кислоты с $\omega = 1x10^{-4}$ % оказывают слабое стимулирующее действие на всхожесть семян овса.

Для оценки влияния дистирилфосфиновой кислоты на содержание хлорофилла в листьях проращивали семена овса сорта «Аргамак» в течение 15 дней по следующей схеме: первый вариант – дистиллированная вода (контроль), второй вариант – 0,0005 %-й,

третий вариант – 0,0001 %-й и четвертый вариант 0,00005 %-й растворы. Затем экстрагировали хлорофилл из навески живых листьев спиртом и измеряли оптическую плотность полученных спиртовых растворов пигмента на фотоколориметре КФК-2.

Оказалось, что при проращивании семян овса в 0,0001 %-м растворе дистирилфосфиновой кислоты наблюдается повышение содержания хлорофилла в листьях на 5 % по сравнению с контролем (вода).

Резюме. Показано, что аминокислоты и тиосемикарбазид в мягких условиях реагируют с арилтетрахлор- и диарилтрихлорфосфоранами с образованием дихлорангидридов арилфосфоновых (-тиофосфоновых) и диарилфосфиновых (-тиофосфиновых) кислот. Выявлена рострегулирующая активность фенил- и стирилфосфоновых и дистирилфосфиновой кислот на всхожесть семян злаковых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анисимов, К. Н.* Присоединение фенилтетрахлорфосфина к этилвиниловым эфирам и превращение продукта присоединения в различные производные этоксивинилфенилфосфиновой и фосфинистой кислот / К. Н. Анисимов, Н. Е. Колобова // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1962. – № 3. – С. 444–447.

2. А.с. 1051096 (СССР), МКИ^3 С 07 F 9/42. Способ получения дихлорангидридов арилфосфоновых кислот / Ю. Н. Митрасов, Е. Д. Владыко, В. В. Кормачев (СССР). – №3472413/23-04; Заявл. 16.07.82; Опубл. 30.10.83, Бюл. №40.

3. А.с. 1051097 (СССР), МКИ^3 С 07 F 9/42. Способ получения дихлорангидридов арилфосфоновых кислот / Ю. Н. Митрасов, Е. Д. Владыко, В. В. Кормачев (СССР). – №3472420/23-04; Заявл. 16.07.82; Опубл. 30.10.83, Бюл. №40.

4. *Гефтер, Е. Л.* Фосфорсодержащие мономеры и полимеры / Е. Л. Гефтер. – М. : Наука, 1968. – 288 с.

5. *Корбридж, Д.* Фосфор. Основы химии, биохимии, технологии / Д. Корбридж ; пер с англ. О. В. Рудницкой и П. А. Чельцова-Бебутова ; под ред. Э. Е. Нифантьева. – М. : Мир, 1982. – 720 с.

6. *Кормачев, В. В.* Изучение новых реакций пятихлористого фосфора и орагнилтетрахлорфосфоранов с применением квантово-химических расчетов / В. В. Кормачев, С. А. Гринь, Ю. Н. Митрасов, А. Г. Степанова // Фосфорорганические соединения и полимеры : сб. науч. тр. – Чебоксары : ЧГУ им. И. Н. Ульянова, 1983. – С. 34–53.

7. *Кормачев, В. В.* Фосфорсодержащие промежуточные продукты и красители VI. Синтез производных жирноароматических фосфоновых и фосфиновых кислот на основе реакций пятихлористого фосфора и этилтетрахлорфосфорана / В. В. Кормачев, Ю. Н. Митрасов, В. А. Кухтин // Журн. общ. хим. – 1981. – Т. 51. – Вып. 12. – С. 2669–2674.

8. *Митрасов, Ю. Н.* Реакции арилтетрахлорфосфоранов с дитионитом натрия и хлористым сульфурилом / Ю. Н. Митрасов, Е. А. Анисимова, В. В. Кормачев // Журн. общ. химии. – 1996. – Т. 66. – Вып. 5. – С. 784–785.

9. *Митрасов, Ю. Н.* Реакция эпоксидов со стирилтетрахлор- и дистирилтрихлорфосфоранами / Ю. Н. Митрасов, В. В. Кормачев, Г. Б. Арсентьева // Журн. общ. химии. – 1991. – Т. 61. – Вып. 10. – С. 2356–2357.

10. *Нифантьев, Э. Е.* Спектроскопия ЯМР ^{31}Р / Э. Е. Нифантьев, Л. К. Васянина. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1986. – 148 с.

11. *Общая* органическая химия : в 12 т. Т. 5. Соединения фосфора и серы / И. О. Сазерленд и Д. Н. Джонс ; пер. с англ. ; под ред. Н. К. Кочеткова и Э. Е. Нифантьева. – М. : Химия, 1983. – 720 с.

12. *Федорова, Г. К.* Фосфорилирование непредельных углеводородов фенилтетрахлорфосфором / Г. К. Федорова, Я. П. Шатурский, А. В. Кирсанов // Проблемы органического синтеза : сб. науч. тр. – М. : Наука, 1965. – С. 258–281.

13. *Цивунин, В. С.* О некоторых производных фенил-2-хлорвинилфосфоновой кислоты / В. С. Цивунин, Г. Х. Камай, Р. Ш. Хисамутдинова, Е. М. Смирнов // Журн. общ. химии. – 1965. – Т. 35. – Вып. 7. – С. 1231–1233.

14. *Цивунин, В. С.* О производных этил-α-хлорвинил- и этил-β-хлорвинилфосфиновых кислот / В. С. Цивунин, Г. Х. Камай, Г. К. Макеева // Докл. АН СССР. – 1960. – Т. 135. – № 5. – С. 1157–1159.

15. *Цивунин, В. С.* О реакции взаимодействия этилтетрахлорфосфина с простыми виниловыми эфирами / В. С. Цивунин, Г. Х. Камай, Д. Б. Султанова // Журн. общ. химии. – 1963. – Т. 33. – Вып. 7. – С. 2149–2153.

УДК 612.017.2:378

КОРРЕКЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СТУДЕНТОК 1–2 КУРСОВ БИОГЕННЫМ СОЕДИНЕНИЕМ «СЕЛЕНЕС+»*

CORRECTION OF THE PHYSIOLOGICAL STATUS OF THE FIRST AND SECOND-YEAR FEMALE STUDENTS WITH THE HELP OF BIOGENOUS MIXTURE «SELENES+»

А. В. Панихина, Н. В. Алтынова, А. А. Шуканов

A. V. Panikhina, N. V. Altynova, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Прием студентками младших курсов биопрепарата «Селенес+» сопровождается корригированием морфофизиологического статуса организма.

Abstract. Taking Biologic product «Selenes +» by the first and second-year female students contributes to the correlation of the morphophysiological status of their constitution.

Ключевые слова: *студентки, «Селенес+», адаптация, стресс, морфофизиологическое состояние.*

Keywords: *female students, «Selenes+», adaptation, stress, morphophysiological condition.*

Актуальность исследуемой проблемы. Наблюдаемое в последние годы повышение уровня заболеваемости студенческой молодежи, особенно младших курсов обучения, приобретает выраженную социальную значимость. Поэтому сохранение и укрепление здоровья граждан, в том числе учащейся молодежи, является одной из приоритетных задач российского государства [4], [5], [6].

Роль селена в организме человека многообразна. Наиболее существенны его функции в качестве антиокислительного и антистрессового факторов. Они осуществляются путем снижения избыточного количества свободных радикалов и стимуляции иммунных процессов организма. Поэтому поиск новых иммунокорригирующих селеносодержащих препаратов является актуальной проблемой современной биологии и биотехнологии [1], [2], [3].

В этой связи целью нашей работы явилось изучение особенностей физиологического состояния организма студенток младших курсов биопрепаратом «Селенес+».

Материал и методика исследований. Проведены две серии экспериментов и лабораторных исследований с участием 30 студенток основной медицинской группы в возрасте 17–20 лет (по 10 чел. в каждой группе) факультета естествознания и дизайна среды ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» в течение 1, 2, 3, 4 учебных семестров (1–2 курсы). Студенткам первого и второго курсов обучения за 1 месяц до начала экзаменационных сессий (декабрь, май) назначали

* Статья публикуется при финансовой поддержке РГНФ, проект № 09-06-22606 а/В.

плацебо (II группа) и «Селенес+» (III группа) согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ перорально по 1 драже ежедневно. Ровесницы I группы плацебо и «Селенес+» не принимали (контроль).

В обеих сериях экспериментов у студенток сравниваемых групп оценивали уровень физического развития (состояние здоровья). Для этого в начале (сентябрь, февраль), конце (декабрь, май) теоретического обучения, в периоды зимних (январь) и летних (июнь) экзаменационных сессий I–IV учебных семестров проводили оценку показателей антропометрии, биохимической картины крови и сердечно-сосудистой системы (ССС) с применением клинико-физиологических, биохимических и математических методов исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе первой серии экспериментов установлено, что рост у исследуемых студенток увеличивался по мере их взросления от 162,52±2,78–164,14±1,33 до 163,83±2,84–164,93±1,33 см без достоверной разницы в межгрупповом разрезе.

Характер изменений массы тела у первокурсниц сравниваемых групп в целом соответствовал динамике их ростовых показателей, к концу первого года обучения масса тела составила 51,33±1,29–52,53±1,18 кг (P>0,05).

Значения индекса Кетле (ИК), характеризующего физиологическую избыточность или недостаточность массы тела, находились в пределах колебаний физиологической нормы (18,85±0,62–19,84±0,68 у. е.) в соответствии с возрастом исследуемых студенток (17–20 лет). Причем минимальные значения изучаемого индекса имели студентки I (контрольной) группы, максимальные – ровесницы III группы в условиях применения «Селенес+» (P>0,05) .

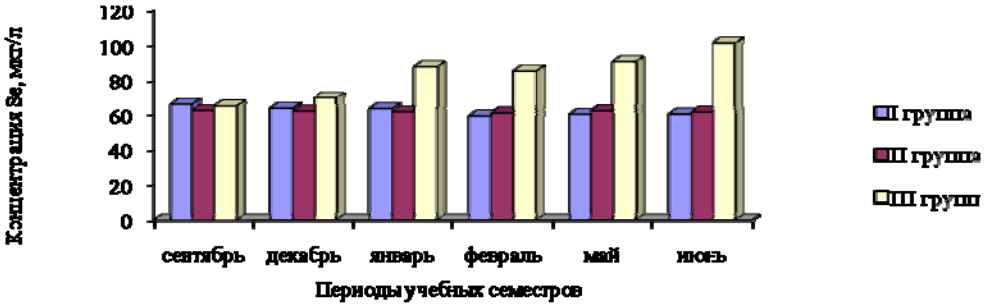


Рис. 1. *Динамика концентрации селена в сыворотке крови первокурсниц*

Выявлено, что концентрация селена в сыворотке крови студенток-первокурсниц I, II и III групп (рис. 1) в начале теоретического обучения (сентябрь) составила соответственно 65,90±9,232; 62,30±4,775 и 64,90±8,008 мкг/л. В течение как зимней (январь), так и летней (июнь) экзаменационных сессий у учащейся молодежи III группы она была достоверно выше по сравнению с таковой у их ровесниц I и II групп, что напрямую связано с применением селеносодержащего биогенного соединения «Селенес+».

Если активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) у студенток контрольной группы повышалась от начала теоретического обучения (сентябрь, февраль) к периодам экзаменационных сессий (январь, июнь) соответственно от 4,46±0,355–4,51±0,188 до 4,60±0,281–4,62±0,243 mV, то у их сверстниц II и III групп, наоборот, она медленно сни-

жалась (4,13±0,170–4,64±0,404 против 3,81±0,235–4,32±0,178 mV). Причем в июне активность ПОЛ в сыворотке крови первокурсниц III группы, применявших «Селенес+», была ниже, чем у ровесниц I и II групп на 17,3 и 11,6 % соответственно (P<0,05).

Иная закономерность обнаружена в характере изменений активности антиоксидантной системы (АОС): у студенток III группы в январе, феврале и июне она была достоверно выше значений девушек контрольной и II групп.

Оценка характера колебаний состояния ССС показала, что частота сердечных сокращений (ЧСС) у исследуемых первокурсниц волнообразно менялась в возрастном аспекте от 81,50±0,680–84,40±4,039 до 77,60±2,193–84,90±5,207 уд/мин (P>0,05).

Аналогичная закономерность выявлена в динамике значений пульсового давления (ПД): эти значения у девушек сравниваемых групп в течение первого и второго учебных семестров волнообразно колебались от 39,70±3,225 до 50,80±2,764 мм рт. ст. Причем максимальные значения ПД имели место в периоды как зимней, так и летней экзаменационных сессий.

Отмечено, что показатели систолического артериального давления (САД) у учащейся молодежи сравниваемых групп имели тенденцию роста от начала экспериментов (сентябрь) к их концу (июнь) от 115,70±4,555–118,10±5,707 до 118,00±4,410–122,50±2,028 мм рт. ст., и различие в них было незначительным (P>0,05).

Характер колебаний значений диастолического артериального давления (ДАД) всецело соответствовал динамике таковых САД. При этом у исследуемых студенток относительно высокие параметры ДАД наблюдались в начале теоретического обучения и первого (сентябрь), и второго (февраль) учебных семестров, а также в периоды обеих экзаменационных сессий (январь, июнь).

При анализе динамики значений систолического объема крови (СОК), характеризующих количество выбрасываемой желудочками крови за период одной систолы, выявлено, что у исследуемой студенческой молодежи они уменьшались от начала к концу первого учебного года (21,35±4,363–25,57±3,046 против 21,07±2,653–23,46±3,567 мл; P>0,05). Следует отметить, что показатели СОК у студенток контрольной группы на протяжении первой серии наблюдений были выше значений их сверстниц III группы, что свидетельствует о состоянии повышенного напряжения деятельности ССС организма первых.

При оценке характера колебаний объемной скорости кровотока в сосудистой системе большого круга кровообращения установлено, что динамика значений минутного объема крови (МОК) в основном соответствовала таковой параметров СОК. Так, у исследуемых первокурсниц значения МОК снижались в возрастном аспекте от 1727,63±330,074–2085,84±250,749 до 1656,59±288,463–1874,51±233,890 мл (P>0,05).

Анализ характера изменений значений двойного произведения (ДП) у исследуемых студенток показал, что на протяжении первого-второго учебных семестров они были ниже у девушек III группы в условиях использования биопрепарата «Селенес+» (77,45±6,621–105,89±6,160 у. е.) по отношению к контрольным параметрам (81,92±5,916–122,37±5,419 у. е.), что косвенно свидетельствует об уровне меньшего потребления кислорода миокардом.

Аналогичная закономерность имела место в динамике значений СДД (показатель согласованности регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления): значения данного параметра также в течение наблюдений были ниже у студенческой молодежи III группы.

При оценке динамики значений вегетативного индекса Кердо (ВИК), характеризующего исходный вегетативный тонус организма, установлено, что на начальном этапе обучения в вузе (сентябрь) исследуемые студентки были отнесены преимущественно к группе эйтоников (I группа – 70 %, II – 80 %, III группа – 70 %). Необходимо отметить, что в течение зимней экзаменационной сессии (январь) число девушек с положительными значениями ВИК во всех группах резко возросло, что свидетельствует о повышении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (симпатикотоники 60–80 %). В дальнейшем к началу летней экзаменационной сессии (июнь) у подавляющего большинства студенток сравниваемых групп значения ВИК равнялись 0 (эйтоники 50–90 %).

Расчет индекса функциональных изменений (ИФИ), выражающего адаптивные возможности организма, показал, что у наблюдаемой учащейся молодежи в течение первого и второго учебных семестров он был менее 3,50 у. е., что подтверждает отсутствие срыва адаптации.

При анализе динамики значений коэффициента выносливости (КВ) у первокурсниц выявлена тенденция волнообразного их снижения от начала учебного года к его завершению (1,85±0,173–2,11±0,232 против 1,66±0,137–2,07±0,143 у. е.; P>0,05).

В течение второго года обучения (вторая серия исследований) у студенток сравниваемых групп рост и масса тела увеличивались от 164,26±2,917–165,57±1,596 до 166,01±3,726–166,48±2,980 см и от 50,82±2,365–53,47±1,838 до 52,35±2,424–55,02±2,728 кг соответственно (P>0,05).

Установлено, что ИК у изучаемых второкурсниц волнообразно повышался от начала экспериментов к их концу (18,83±0,704–19,26±0,920 – 19,03±0,861–19,99±1,095 у. е.) без достоверного различия в межгрупповом сопоставлении. Причем минимальные значения данного индекса наблюдались в периоды зимней и летней экзаменационных сессий.

Выявлено, что концентрация селена в сыворотке крови наблюдаемых девушек (рис. 2) колебалась в диапазоне 60,50±3,868–66,20±4,392 – 61,60±4,874–107,90±5,816 мкг/л. Причем во все сроки исследований студентки III группы, принимавшие «Селенес+», превосходили своих сверстниц I группы (контроль) на 9,4–75,2 % (P<0,05–0,001).

Если активность ПОЛ у второкурсниц контрольной группы волнообразно повышалась по мере их взросления от 3,98±0,403 до 4,40±0,164 mV, то у их ровесниц II и III групп она неуклонно усиливалась от сентября (2,86±0,241–3,64±0,269 mV) до января (3,79±0,203–4,27±0,120) с тенденцией дальнейшего ослабления к июню (3,03±0,315–3,56±0,251 mV). При этом активность ПОЛ контрольных девушек в сентябре (начало теоретического обучения), январе и июне (зимняя и летняя экзаменационные сессии) была достоверно выше, чем у сверстниц III группы (P<0,05–0,01).

Противоположная закономерность выявлена в динамике активности АОС, которая у наблюдаемых девушек зигзагообразно повышалась по мере их взросления от 1,27±0,081–1,38±0,103 до 1,39±0,091–1,57±0,123 mV/c. Во все сроки исследований, за исключением сентября, активность АОС в сыворотке крови студенток III группы была выше контрольных значений на 4,3–12,9 % (P>0,05).

Анализ динамики значений ЧСС показал, что у исследуемых второкурсниц они волнообразно увеличивались в возрастном аспекте от 75,20±5,467–77,40±3,662 до 81,30±6,783–90,00±3,873 уд/мин (P>0,05).

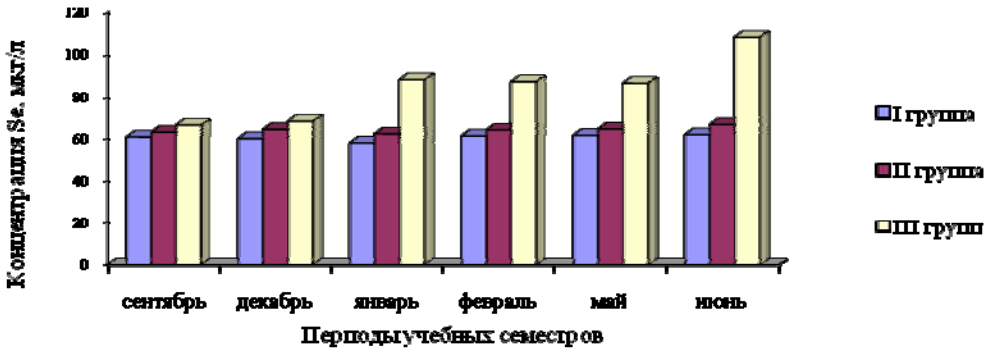


Рис. 2. *Динамика концентрации селена в сыворотке крови второкурсниц*

Причем в ходе как зимней (январь), так и летней (июнь) экзаменационных сессий у студенток всех групп имели место признаки тахикардии, свидетельствующие о напряженной деятельности ССС организма.

Характер колебаний ПД в целом соответствовал динамике ЧСС. При этом значения ПД у контрольных второкурсниц в январе и июне превалировали таковые у их ровесниц III группы на 15,0 и 5,0 % соответственно без достоверной разницы в межгрупповом разрезе.

Аналогичная закономерность обнаружена в динамике значений САД: у студенток анализируемых групп в течение второго года обучения эти значения повышались от 103,00±4,544–108,50±2,401 до 106,90±7,815–117,00±3,178 мм рт. ст. (P>0,05).

Характер изменений параметров ДАД всецело соответствовал динамике таковых САД. Следует отметить, что у исследуемых девушек значения ДАД были максимальными в периоды и зимней, и летней экзаменационных сессий, это свидетельствует о склонности мелких кровеносных сосудов к системному спазму во взаимосвязи с гиподинамией.

Выявлено, что у наблюдаемой студенческой молодежи значения СОК волнообразно уменьшались от начала третьего к концу четвертого учебных семестров (20,50±5,031–23,67±1,930 против 18,56±1,572–22,02±3,291 мл).

Иная закономерность установлена в динамике показателей МОК. Если у студенток контрольной группы значения МОК зигзагообразно увеличивались по мере их взросления от 1774,44±129,548 до 18043,17±252,280, то у их ровесниц III группы, наоборот, они снижались (1790,74±223,224 против 1738,76±200,421 мл). При этом у контрольных девушек параметры МОК в январе и июне были выше значений у их сверстниц III группы соответственно на 15,7 и 4,0 % (P>0,05).

Подобная же закономерность выявлена в характере колебаний ДП. Необходимо подчеркнуть, что во все сроки исследований у второкурсниц контрольной группы значения ДП были выше таковых у сверстниц III группы, принимавших биопрепарат «Селенес+». Этот факт опосредованно свидетельствует о более интенсивной работе сердечной мышцы у контрольных девушек в условиях меньшего потребления кислорода миокардом.

Установлено, что значения среднединамического давления (СДД) у исследуемых второкурсниц волнообразно увеличивались в возрастном аспекте от 77,87±2,453–83,17±3,462 до 80,50±5,510–89,27±1,987 мм рт. ст. и были максимальными в период зимней экзаменационной сессии. Так, в январе студентки I группы превосходили по изучаемому показателю ССС ровесниц III группы на 5,6 % (P<0,05).

Анализ динамики ВИК у контрольных девушек показал, что если в сентябре, декабре, июне среди них число эйтоников и симпатикотоников было равным (по 50 %), то в январе, феврале, мае симпатикотоники преобладали над эйтониками (70 против 30 %).

Иная закономерность имела место у студенток III группы. Так, в сентябре, декабре, феврале среди них эйтоники (60–80 %) преобладали над симпатикотониками (20–40 %), а в мае, напротив, симпатикотоники – над эйтониками (60 против 40 %). В периоды как зимней (январь), так и летней (июнь) экзаменационных сессий соотношение между ними было равнозначным (по 50 %).

Оценка динамики значений ИФИ показала, что во все сроки исследований у студенческой молодежи I и II групп они были более высокими, особенно в периоды обеих экзаменационных сессий (состояние стресс-чувствительности организма), а у их ровесниц III группы – относительно низкими (состояние повышенной стресс-резистентности), обусловленными приемом биогенного соединения «Селенес+».

Иная закономерность выявлена в динамике значений КВ: у исследуемых студенток в течение второго года обучения эти значения были, напротив, меньшими в контрольной группе (2,04±0,149–2,20±0,188) и большими в III группе (2,08±0,255–2,32±0,573 у. е.).

Средние значения по изучаемым антропометрическим показателям, биохимическому профилю крови, состоянию ССС между второкурсницами контрольной и III групп занимали сверстницы II группы, применявшие плацебо.

Резюме. Научно обоснована эффективность коррекции роста, развития, биохимического профиля крови, становления и развития сердечно-сосудистой системы у студенток младших курсов биогенным соединением «Селенес+». При этом экспериментально доказано, что студентки III группы, принимавшие «Селенес+», превосходили контрольных ровесниц к концу IV учебного семестра по росту, массе тела, индексу Кетле на 0,5–4,9 % (P>0,05), концентрации Se, активности антиоксидантной системы – на 12,9–75,2 % (P<0,01–0,001), а по активности перекисного окисления липидов в сыворотке крови, наоборот, уступали на 19,0 % (P<0,05).

Средние значения по исследованным параметрам антропометрии, биохимической картины крови, гемодинамической и ССС между студентками I (контроль) и III («Селенес+») групп имели их ровесницы II (плацебо) группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алтынова, Н. В.* Коррекция физиологического состояния организма студенток младших курсов биопрепаратом «Селенес+» : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.03.01 / Н. В. Алтынова. – Чебоксары, 2010. – 17 с.

2. *Боряев, Г. И.* Теория и практика применения селеносодержащего препарата «Селенес» / Г. И. Боряев, Ю. В. Кравченко. – Пенза, 2008. – 64 с.

3. *Голубкина, Н. А.* Исследования роли лекарственных растений в формировании селенового статуса населения России : автореф. дис. … д-ра биол. наук : 03.00.13 / Н. А. Голубкина. – М., 1999. – 47 с.

4. *Зубков, С. М.* Особенности адаптации организма студентов I–III курсов подготовительной группы к стандартным и дифференцированным программам физической подготовки : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / С. М. Зубков. – Челябинск, 2008. – 23 с.

5. *Штаборов, В. А.* Соотношение общих и местных реакций иммунной защиты у жителей севера : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13 / В. А. Штаборов. – Архангельск, 2009. – 17 с.

6. *Юсупов, Р. А.* Эколого-физиологические обоснование методов и средств оптимизации качества жизни и охраны здоровья населения (по материалам Республики Татарстан) : автореф. дис. … д-ра биол. наук : 03.00.13 / Р. А. Юсупов. – М., 2007. – 44 с.

УДК 621.744.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОРФОСОДЕРЖАЩИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СМЕСЕЙ НА МЕТАЛЛОФОСФАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PEATY THERMAL INSULATING COMPOUNDS ON PHOSPHATE-METAL BINDERS

Н. В. Петрова, И. Е. Илларионов, А. Ф. Журавлев, В. В. Музянов

N. V. Petrova, I. E. Illarionov, A. F. Zhuravlev, V. V. Muzyanov

Чебоксарский политехнический институт (филиал)
ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет», г. Чебоксары

Аннотация. Приведены результаты исследований по теплоизоляции прибылей торфосодержащими теплоизоляционными смесями на металлофосфатных связующих.

Abstract. The results of research of heat insulation of risers by peaty thermal insulating compounds on phosphate-metal binders are given.

Ключевые слова: *технология, теплоизоляция прибылей, торф, металлофосфатное связующее.*

Keywords: *technology, thermal insulating of risers, peat, phosphate-metal binders.*

Актуальность исследуемой проблемы. Применение теплоизоляции прибылей позволяет уменьшить их массу, увеличить технологический выход годного и снизить себестоимость литых заготовок. Утепление стенок прибылей теплоизоляционными смесями способствует значительному улучшению питания отливки, повышению плотности подприбыльной зоны и уменьшению размеров прибыли. Предполагается широкое внедрение теплоизоляции прибылей в литейное производство ввиду явных преимуществ и незначительных капиталовложений в организацию технологического процесса, организацию производства теплоизоляционных вставок и низкой их стоимости. Замедление отвода тепла от прибыли к форме можно достичь выбором соответствующего теплоизолирующего материала [1, 285–287], [2, 443], [3, 45].

Применение теплоизоляционных смесей экономически целесообразно; технология изготовления теплоизоляционных оболочек и вставок подобна производству стержней с тепловой сушкой и не вызывает затруднений при внедрении и изготовлении на существующем стержневом оборудовании литейного цеха.

К таковым относятся и теплоизоляционные смеси, содержащие торф. Его преимущества очевидны:

1. Высокие теплоизоляционные свойства материала. После специальной обработки торфяное сырье имеет волокнистую структуру мелкопористого строения с открытыми сообщающимися порами (с общей пористостью 97 %), образованными за счет повышенного водозатворения и создания волокнистого каркаса.

2. Высокая теплотворная способность: 5830–6864 кДж/кг. Торфосодержащие теплоизоляционные вставки обладают высоким экзотермическим эффектом. При выгорании выделяется достаточное количество теплоты, позволяющее длительное время обогревать прибыль. Содержание органических веществ в торфе составляет до 99 %.

3. Связующая способность торфа. Образцы из чистого торфа после специальной обработки обладают механической прочностью на изгиб 0,35–0,55 МПа.

4. Возобновляемые ископаемые ресурсы. В настоящее время на территории Российской Федерации расположена практически половина всех запасов торфа на планете. Торфа образуется ежегодно в 125 раз больше, чем его добывают. Он «прирастает» на 0,5–1,5 мм в год. Так, в Чувашской Республике имеется 216 торфяных месторождений общей площадью 9,2 тыс. га и общим ресурсом более 1200 тыс. т. Промышленная добыча ведется на одном–двух месторождениях в объеме, составившем по данным 2007 г. около 16 тыс. т.

Материал и методика исследований. В качестве теплоизоляционной добавки (от 5 до 60 % от теплоизоляционной смеси) исследовали перспективный природный материал – специально обработанный торф с низкой степенью разложения (не более 15 %), а также трепел. Обработку торфа производили следующим методом: торфяное сырье с влажностью до 93 % пропускали через сепаратор для отделения посторонних включений (пни, коряги и т. д.). Очищенный торф расчесывается в распушителе и подается в варочный смеситель, куда поступает горячая вода. При температуре 338–343 К торф варится до расщепления торфяных волокон, получения однородной массы и выделения смоляных веществ. Продолжительность обработки и механического перемешивания составляет 20–25 мин.

Сухие составляющие – трепел и кварцевый песок – смешивают в катковых бегунах в течение 3 мин. Готовую однородную пастообразную торфяную массу и металлофосфатное связующее в соответствующей пропорции подают в смешивающие катковые бегуны. Продолжительность перемешивания – 5–10 мин. Готовую однородную теплоизоляционную смесь подают на стержневой участок для формовки теплоизоляционных оболочек.

Отформованные теплоизоляционные оболочки на поддонах поступают в сушильную камеру. Сушка производится в сушильных шкафах при температуре 413 К в течение 4–6 ч (в зависимости от толщины оболочки) без использования открытого огня и с соблюдением пожарной техники безопасности. Остаточная влажность не должна превышать 5 %.

Результаты исследований и их обсуждение. Теплопроводность зависит от средней плотности (с увеличением средней плотности теплопроводность возрастает), структуры, пористости, влажности и средней температуры слоя материала. С увеличением влажности материала резко возрастает теплопроводность и понижаются его теплоизоляционные свойства. В связи с этим теплоизоляционные материалы необходимо хранить в сухом помещении.

Зависимость теплопроводности λ от средней температуры теплоизоляционного слоя можно выразить в виде линейной функции:

$$\lambda = \lambda_0 + t_\partial, \qquad (1)$$

где λ_0 – теплопроводность при 293 К, Вт/(м*К), постоянная для данного материала величина, показывающая изменение теплопроводности при увеличении температуры на 1 К; $t_p = \frac{t_1 + t_2}{2}$ – средняя температура теплоизоляционного слоя, К; t_1, t_2 – температуры наружной и внутренней поверхностей теплоизоляционного слоя соответственно, К.

Из формулы (1) видно, что с увеличением средней температуры теплоизоляционного слоя и постоянной λ теплопроводность материала возрастает. Чем меньше плотность теплоизоляционного материала, тем больше значение λ.

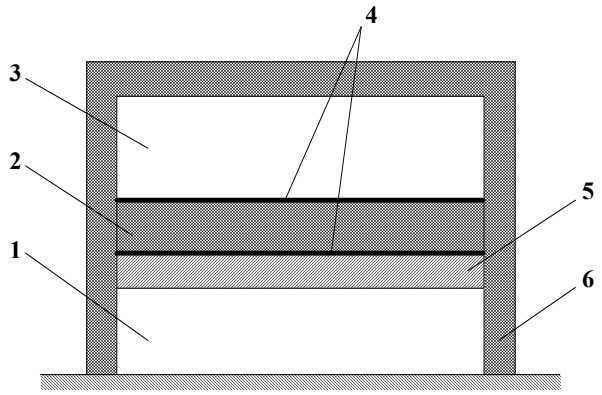
Теплопроводность определяли на специальном приборе (рис. 1). Между термостатированными плитами 1 и 3, которыми создают и поддерживают необходимую разность температур, устанавливают образец 2 размером 250х250 мм, толщиной 10–50 мм.

Между образцом и нижней плитой 1 помещают тепломер 5 – измеритель теплового потока. Температуру на поверхностях образца измеряют термоэлектрическими преобразователями (по два на каждую сторону). Поток теплоты создается сверху вниз, при испытании образец 2 укладывают на тепломер и плотно прижимают верхней термостатированной плитой 3.

Устанавливают температуру верхней и нижней плит 1, 3 в зависимости от условий эксплуатации материала и затем вычисляют теплопроводность по формуле:

$$\lambda = \frac{qd}{t_1 - t_2}, \qquad (2)$$

где q – тепловой поток, проходящий через образец площадью 1 м^2, Вт/м^2; d – толщина образца, м; t_1, t_2 – температура соответственно наружной и внутренней поверхностей теплоизоляционного слоя, К.



:

Рис. 1. ***Прибор для определения теплопроводности***
1, 3 – термостатические плиты; 2 – образец; 4 – термоэлектрические преобразователи;
5 – тепломер; 6 – теплоизоляционный кожух

Полученное значение теплопроводности относится к средней температуре испытаний. Теплопроводность материала в конструкции выше, чем теплопроводность самого материала за счет наличия крепежных деталей, увеличения средней плотности, уплотнения (для волокнистых материалов) и т. д.

В качестве теплоизоляционной добавки (от 5 до 60 % от теплоизоляционной смеси) применяли специально обработанный торф. Средний коэффициент теплопроводности у исследуемого теплоизоляционного материала составляет 0,048 Вт/(м*К).

Следует отметить, что торф – это сложный многокомпонентный природный материал, физико-химические свойства которого изменяются в широком диапазоне не только по глубине залегания, но и в пределах одного горизонта выработки торфяного месторождения. Для выравнивания требуемых технологических свойств торфа необходимо механическое перемешивание по глубине и горизонту извлекаемого сырья.

Химический состав исследуемого торфа, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений-торфообразователей и степенью разложения, следующий: углерод – 50–64 % (от органического вещества); водород – 5,2–6,8 %; азот – 0,6–1,4 %; сера – 0,02–0,08 %; кислород – 26,0–45,0 %.

Групповой состав от органического вещества: битумы – 2–16 %; водорастворимые и легкогидролизуемые – 10–58 %; гуминовые кислоты – 10–50 %; целлюлоза – 12–27 %; лигнин – 2–18 %.

Торф с низкой степенью разложения (не более 15 %) весьма перспективен как теплоизоляционный материал в литейных и строительных производствах, как химическое сырье с высоким содержанием целого ряда полезных веществ.

Полученные составы смесей обладают высокими теплоизоляционными свойствами, так как торфяное волокно не разрушается и отформованная оболочка обладает высокой пористостью.

В исследованиях применяли также трепел, который является хорошим теплоизолятором и катализатором отверждения металлофосфатной смеси при тепловой подсушке. Применение трепела предотвращает металлофосфатную смесь от разупрочнения при длительном хранении, возникающего вследствие ее высокой гигроскопичности.

Химический состав трепела, использованного в экспериментах: оксиды кремния – 60,3–72,5 %, железа – 2,8–4,2 %, алюминия – 2,8–4,2 %, кальция – 2,6–12,3 %, магния – 0,9–1,3 %, натрия – 0,18–0,29 %, калия – 1,4–1,5 %. Плотность трепела составляет 800 кг/м^3.

Исследованы свойства и разработаны оптимальные составы теплоизоляционных металлофосфатных смесей, отверждаемых тепловой подсушкой.

По результатам исследований отмечено, что при увеличении содержания в теплоизоляционной смеси торфа существенно снижается коэффициент теплопроводности λ, прочность на растяжение и сжатие в сыром состоянии (рис. 2–3).

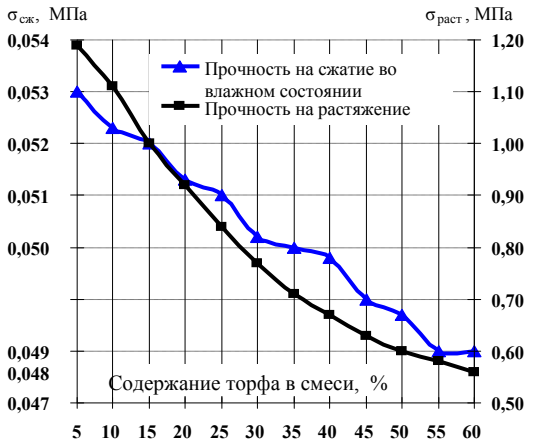


Рис. 2. ***Зависимость прочности на разрыв в сыром состоянии и сухом состоянии от содержания торфа в теплоизоляционной смеси***

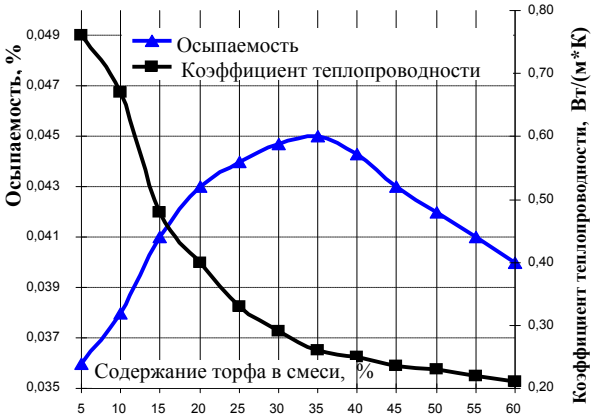


Рис. 3. ***Влияние содержания торфа на осыпаемость и коэффициент теплопроводности теплоизоляционной смеси***

При увеличении содержания торфа до 35 % в смеси происходит увеличение осыпаемости образцов, но при дальнейшем увеличении содержания торфа осыпаемость уменьшается по причине наличия вяжущих свойств самого торфа. Следует отметить, что масса исследуемых образцов уменьшается пропорционально увеличению содержания торфа в смеси.

В лабораторных условиях теплоизоляционные оболочки (внутренние размеры Ø100x150 мм и толщина стенки 10 мм) были заформованы в единую формовочную смесь, и были проведены сравнительные исследования эффективности работы данных оболочек.

Хромель – алюминиевая термопара № 1, подключена к электронному самописцу и установлена на расстоянии 10 мм от полости отливки – граница перехода теплоизоляционная оболочка – форма (рис. 4). Термопару № 2 поместили в центр полости формы для определения характеристик скорости охлаждения отливки. Форму сверху закрывали теплоизолированной верхней полуформой.

Формы заливали сплавом АЛ2 при температуре 1023 К. Были записаны температурные кривые прогрева литейной формы на границе теплоизоляционная оболочка – форма при заливке, соответствующие термопаре № 1, и температурные кривые (скорости) охлаждения отливки, соответствующие термопаре № 2, в зависимости от состава теплоизоляционной смеси (рис. 5). Запись температур осуществлялась на потенциометре ЭПП-09М3.

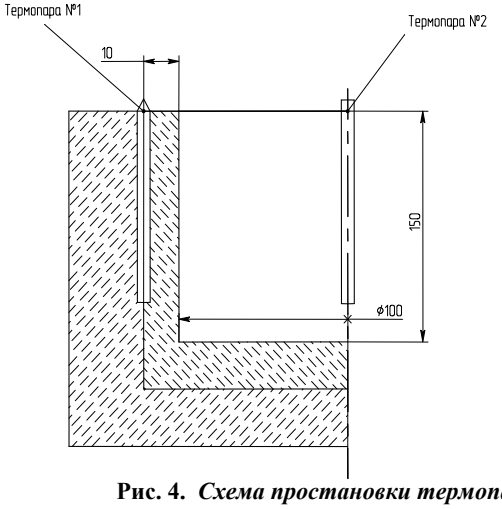


Рис. 4. ***Схема простановки термопар в форму***

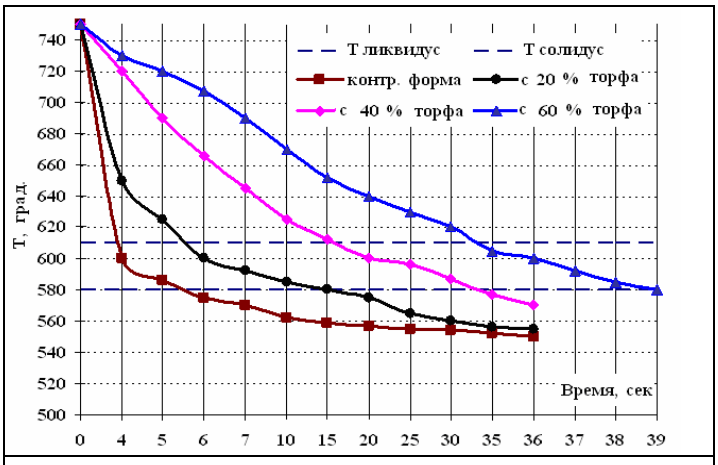


Рис. 5. ***Кривые охлаждения отливки (термопара № 2) при разном составе смеси***

При сравнительных исследованиях в лабораторных условиях выявлено, что расплав в теплоизоляционных оболочках находится в жидком состоянии по сравнению с песчано-глинистой формой (контрольная смесь) значительно дольше по времени – 5, 18 и 30 минут, т. е. время работы прибыли может быть увеличено в несколько раз.

Резюме. Теплоизоляция прибылей торфосодержащими теплоизоляционными смесями на металлофосфатных связующих весьма перспективна в литейном производстве. Разработанные составы успешно прошли производственные испытания теплоизоляции прибылей чугунных и стальных отливок (рис. 6–7).

Рис. 6. ***Прибыль (в разрезе) на отливке «Корпус буксы» по «существующей» технологии***

Рис. 7. ***Прибыли (в разрезе) на отливке «Корпус буксы» после опробования теплоизоляционных оболочек***

ЛИТЕРАТУРА

1. *Илларионов, И. Е.* Теплоизолирующие смеси на основе металлофосфатных связующих материалов / И. Е. Илларионов, А. А. Евлампиев, И. А. Стрельников // Теория и технология металлургических и машиностроительных процессов. – Липецк, 1994. – С. 285–287.

2. *Металлофосфатные* связующие и смеси / И. Е. Илларионов и др. – Чебоксары : Изд-во ЧувГУ, 1995. – 524 с. : ил.

3. *Новохацкий, В. А.* Малоотходная технология производства стальных отливок с экзотермическими прибылями / В. А. Новохацкий, А. А. Жуков, Ю. И. Макарычев. – М. : Машиностроение, 1986. – 64 с. : ил.

УДК 621.744.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ ТОРФОСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛОФОСФАТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПЛАСТИН ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ЛЕГКООТДЕЛЯЕМЫХ ПРИБЫЛЕЙ

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS PEATY PHOSPHATE-METAL COMPOUND FOR PRODUCTION OF DISJUNCTIVE PLATES OF HEAT-ISULATED NECKED-DOWN RISERS

Н. В. Петрова, А. Ф. Журавлев, И. Е. Илларионов, И. А. Стрельников

N. V. Petrova, A. F. Zhuravlev, I. E. Illarionov, I. A. Strelnikov

Чебоксарский политехнический институт (филиал)
ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет», г. Чебоксары

Аннотация. Рассмотрен способ изготовления разделительных пластин теплоизолированных легкоотделяемых прибылей с применением специально обработанного торфа и отхода производства санфаянсовых изделий.

Abstract. The method of production of disjunctive plate of heat-insulated necked-down risers by using specially treated peat and wastage in faience production is under consideration.

Ключевые слова: *технология, стальное литье, торфосодержащая металлофосфатная смесь, отходы производства.*

Keywords: *technology, core-mold casting, peaty phosphate-metal compound, wastage.*

Актуальность исследуемой проблемы. Применение легкоотделяемых прибылей значительно снижает трудоемкость обрубных операций и себестоимость литья, повышает производительность труда. Особенно прекрасно себя зарекомендовали легкоотделяемые прибыли на высокоуглеродистых, высоколегированных сталях и чугунах. Легкоотделяемые прибыли с теплоизоляционной оболочкой отличаются тем, что между прибылью и питаемым узлом отливки устанавливают тонкую огнеупорную разделительную пластину (диафрагму) с питающим отверстием малого диаметра. Но их широкое применение в литейном производстве ограничено тем, что к диафрагмам предъявляются высокие требования по прочностным характеристикам, термостойскости, осыпаемости, выбиваемости, условиям установки и крепления в формы, введением дополнительной операции на сборке формы [1, 331–380], [2, 35], [3].

Поэтому целью нашей работы явилась разработка составов разделительных пластин теплоизолированных легкоотделяемых прибылей с применением специально обработанного торфа и отхода производства санфаянсовых изделий. Эффективность питания и экономичность прибыли зависят от ее формы и соотношения основных размеров. К шейке легкоотделяемой прибыли прямого действия предъявляются дополнительные требования: она должна затвердевать позже кристаллизации питаемого узла. Высота шейки должна быть по возможности минимальной для хорошего прогрева разделительной пластины. Форма отверстия и конфигурация сужения шейки должны создавать условия для возник-

новения дополнительных внутренних напряжений, способствующих снижению общей работы отделения прибыли. На практике получили распространение диафрагмы с отверстиями в виде прямоугольника или эллипса (рис. 1).

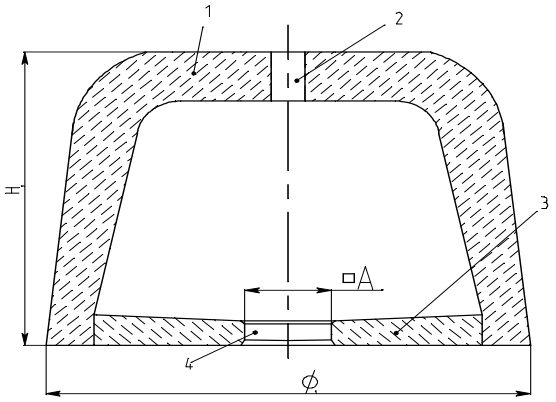


Рис. 1. ***Схема легкоотделяемой теплоизоляционной оболочки:***
1 – теплоизоляционная оболочка; 2 – вентиляционное отверстие;
3 – разделительная пластина; 4 – питающее отверстие

Материал и методика исследований. В качестве исследуемых материалов были использованы специально отработанный торф и отходы производства санфаянсовых изделий. Обработку торфа производили следующим методом: торф с низкой степенью разложения (не более 15 %) предварительно подсушивали при температуре 393 К и размалывали в лабораторной шаровой мельнице до величины частиц 20–50 мкм. Полученную торфяную пыль использовали также и в качестве улучшающей добавки в формовочную песчано-глинистую смесь.

Смесь приготавливали в лабораторных бегунах модели 018М. Вначале загружаются сухие компоненты: кварцевый песок 1К0315Б и пылевидный торф; перемешивание продолжается 4–5 мин. Далее вводится шликер в пастообразном состоянии (в таком состоянии он образуется в процессе производства санфаянсовых изделий и не требует специальной подготовки для дальнейшего использования) и металлофосфатное связующее МАФС-20ИК в требуемом количестве. Общая длительность приготовления смеси – 10–12 мин. Специальные смеси обладают повышенной огнеупорностью, эрозионностойкостью и хорошей выбиваемостью. Приготовленная смесь хранится в обычной таре и должна быть использована в течение 8 часов. Для контроля качества смеси изготавливают стандартные образцы для определения ее физико-механических свойств.

Диафрагмы формуют в металлических стержневых ящиках. Сушку проводят в печах в течение 1 ч при температуре 373–453 К или при температуре 523–573 К в течение 20 мин. После сушки поверхность диафрагмы не должна осыпаться. Готовые диафрагмы должны быть прочными, без трещин и выломов. В сухом помещении допускается стопочное складирование по высоте не более 20 штук и хранение в течение 1 недели.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований были применены отходы других производств: при производстве санфаянсовых изделий образуется большое количество высокодисперсного отхода – шликера с высоком содержанием SiO_2 и Al_2O_3 в пастообразном состоянии (в ОАО «Сантек» образуется около 2 тонн данного отхода в месяц).

Химический состав шликера: SiO_2 – 88,3; Al_2O_3 – 10,7; K_2O – 0,5; Na_2O – 0,4; FeO (Fe_2O_3) – 0,1 %.

Ввиду высокой термостойкости смесей на основе шликера были проведены исследования по возможности применения данного отхода производства санфаянсовых изделий для изготовления разделительных пластин (диафрагм). В качестве связующего было использовано металлофосфатное связующее МАФС-20ИК как наиболее подходящее для работы в тяжелых условиях. Высокая термостойкость и эрозионная стойкость изделий обусловлены природой данных неорганических связующих.

Количество связующего было подобрано из анализа литературно-патентных источников и обусловлено условиями хранения, эксплуатации разделительных пластин и квалификацией работников. В состав смеси вводили мелкодисперсный торф для облегчения выбиваемости диафрагм, повышения поверхностной прочности высушенных изделий, улучшения пластических свойств и повышения сырой прочности. В связи с высоким содержанием жидкого стекла в смеси происходит сильное спекание и превращение диафрагмы в сплошной монолит. Добавка торфа позволяет на 15–20 % облегчить обрубные операции при использовании жидкостекольной специальной смеси.

При изготовлении разделительных пластин на прибыли массой более 35 кг рекомендуется нанесение противопригарного покрытия с обеих сторон. При большой массе прибыли толщина разделительной пластины должна быть увеличена на 15–20 %.

Проведена серия экспериментов по применению в качестве огнеупорного наполнителя отхода керамического производства. В табл. 1 приведен состав исследуемых смесей при изменении содержания исследуемой добавки.

Таблица 1

Состав и физико-механические свойства металлофосфатных смесей, содержащих шликер и специально обработанный торф, %

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %									
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Кварцевый песок 1К0315Б	94,9	89,9	84,9	**79,9**	**74,9**	**69,9**	64,9	59,9	54,9	49,9
Шликер	5	10	15	**20**	**25**	**30**	35	40	45	50
Торф	**0,1**									
Металлофосфатное связующее МАФС-20ИК	**13**									

На рис. 2 и 3 представлены физико-механические свойства металлофосфатных исследуемых смесей в виде графиков:

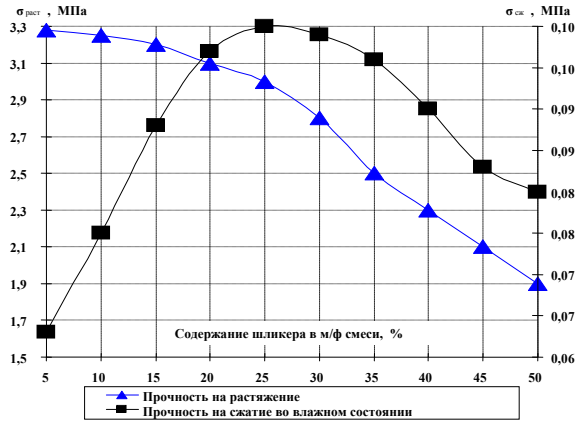


Рис. 2. ***Зависимость прочности на сжатие в сыром состоянии и на растяжение в сухом состоянии от содержания шликера в металлофосфатной смеси***

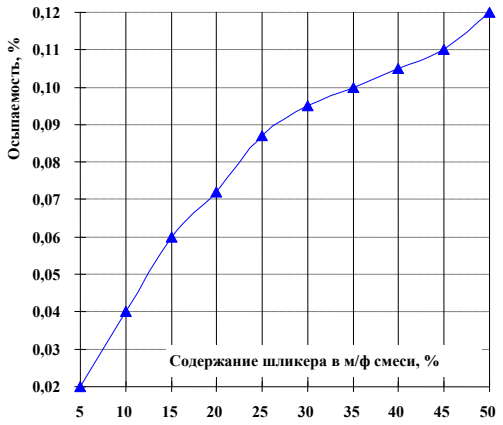


Рис. 3. ***Влияние содержания шликера на осыпаемость металлофосфатной смеси***

В результате проведенных исследований нами было установлено:

1. Разработанные специальные формовочные смеси обладают повышенной термостойкостью, эрозионностойкостью, пластичностью и повышенной поверхностной прочностью, при наличии в них отхода керамического производства – шликера.

2. Оптимальным содержанием шликера в смеси является 20–30 %, при этом исследуемые смеси обладают максимальными прочностными свойствами, термостойкостью, улучшенными пластическими свойствами.

3. При содержании шликера в смеси менее 20 % отмечено увеличение пригара, снижение сырой прочности на сжатие и увеличение прочности на растение. При содержании шликера в смеси более 30 % отмечается снижение прочности образцов на растяжение, сжатие в сыром состоянии, увеличение осыпаемости, пластичности (формуемости).

4. Оптимальным содержанием металлофосфатного связующего в смеси является 8–15 %. Содержание связующего в смеси ниже 8 % приведет к ухудшению физико-механических свойств, а при его содержании свыше 15 % увеличивается себестоимость.

5. Оптимальным является режим сушки разделительных пластин из исследуемых смесей при температуре 373–453 К в течение 1 ч или при температуре 523–573 К – в течение 20 мин.

6. Готовые разделительные пластины должны быть прочными, без трещин и выломов. В сухом помещении допускается стопочное складирование по высоте не более 20 штук.

7. При изготовлении разделительных пластин на прибыли массой более 35 кг рекомендуется нанесение противопригарного покрытия с обеих сторон.

Резюме. Легкоотделяемые теплоизолированные прибыли с огнеупорной диафрагмой весьма перспективны в литейном производстве. Их применение позволит значительно снизить трудоемкость обрубных операций и себестоимость литья, повысить производительность труда. Используемые в составах диафрагм местные материалы отходов других производств санфаянсовых изделий позволяют улучшить экологическую обстановку в производстве санфаянсовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Металлофосфатные* связующие и смеси / И. Е. Илларионов и др. – Чебоксары : Изд-во ЧувГУ, 1995. – 524 с. : ил.

2. *Новохацкий, В. А.* Малоотходная технология производства стальных отливок с экзотермическими прибылями / В. А. Новохацкий, А. А. Жуков, Ю. И. Макарычев. – М. : Машиностроение, 1986 – 64 с. : ил.

3. *Пат.* 2189884 Российская Федерация МКИ В 22 С1/02. Формовочная смесь для изготовления литейных форм / А. А. Евлампиев, А. В. Королев, А. Ф. Журавлев ; заявитель и патентообладатель Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова. – № 2001127613/02 ; заявл. 10.10.2001 ; опубл. 27.09.2002 , Бюл. № 27.

УДК 574.24

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РЯДА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВРАНОВЫХ ПТИЦ

SEASONAL VARIABILITY OF SOME MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF CORVIDAE BIRDS

Д. В. Репин

D. V. Repin

Филиал ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет» в г. Чебоксары

Аннотация. В результате проведенного анализа морфологических параметров врановых птиц в разные сезоны года установлено, что основные летные показатели связаны с изменением активности и сезонными миграциями видов.

Abstract. As a result of the analysis of morphological parameters of corvidae birds during different seasons of the year it is established, that the basic flying parameters are connected with the change of activity and seasonal migrations of species.

Ключевые слова: *грач, сорока, галка, серая ворона, полет, хвост, размах крыльев.*

Keywords: *rook, magpie, daw, crow, flight, tail, wingspread.*

Актуальность исследуемой проблемы. Большое значение в систематике и экологии придается сопоставлению морфологических особенностей различных видов животных в пределах какой-либо систематической группы или представителей отдельных популяций в пределах вида [4, 24–25]. На основании изучения изменчивости отдельных морфологических признаков создается достаточно полное представление о биологическом своеобразии обследуемой популяции [2, 232–238].

В этой связи целью нашей работы явилось проведение сравнительного анализа летательного аппарата врановых птиц в весенне-летний и осенне-зимний периоды.

Материал и методика исследований. В основу работы положены материалы полевых и лабораторных исследований, проводившихся в 2004–2010 гг. в степной зоне Южного Урала, в пределах Оренбургской области. Объектом морфо-экологических исследований служили массовые виды семейства врановых птиц: сорока (36 особей), грач (38), серая ворона (30), галка (34 особи). Морфо-экологический анализ органов полета выполнен по методике Н. Б. Малофеевой, В. Ф. Рябова, В. Э. Якоби [1, 19–25].

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из морфологических показателей птиц является весовая нагрузка на крылья. Установлено, что среди рассматриваемых видов особи галки в весенне-летний и осенне-зимний период имеют наименьшую массу и соответственно наименьшую весовую нагрузку на крылья, а наибольшее значение данного показателя обнаружено у особей серой вороны и грача (рис. 1). Кроме этого,

при рассмотрении полученных данных выявлено, что рассматриваемые показатели грача, серой вороны, сороки и галки в весенне-летний и осенне-зимний периоды в степях Южного Урала достоверно отличаются друг от друга. Следует отметить, что наибольшие межсезонные различия данного показателя характерны для грача (4,4 %), а наименьшие – для серой вороны (1,6 %). Возможно, это связано с уменьшением массы тела грача во время весеннего перелета, оказывающего значительную нагрузку на птицу.

Аналогичная закономерность выявлена при расчете показателей весовой нагрузки на крылья и сложенный хвост и весовой нагрузки на крылья и расправленный хвост.

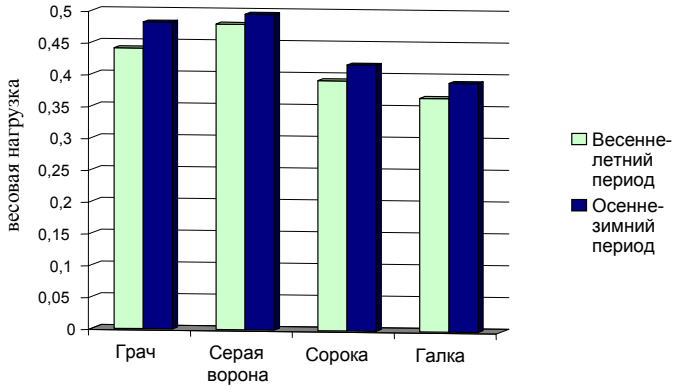


Рис. 1. ***Индекс весовой нагрузки на крылья***

Следует отметить, что при изучении птиц разных размеров, сравнение весовых нагрузок не дает правильных представлений об относительной величине крыла, так как изменение поверхности тела происходит пропорционально квадрату, а изменение массы – пропорционально кубу изменений линейных размеров птицы. Таким образом, птицы геометрически подобные, но разных размеров, будут иметь разную нагрузку: чем больше птица, тем выше нагрузка на крыло.

Важными показателями летных способностей птиц являются форма и размеры хвоста. У сороки по сравнению с остальными рассматриваемыми видами отмечен более длинный и заостренный хвост. Хвост у нее служит рулем при полете, дополнительной несущей поверхностью, что позволяет ей сохранять равновесие при полете в лесных массивах и в степях с низким травяным покровом, где возникают сильные ветровые потоки. У грача, по сравнению с предыдущим видом, отмечен более короткий и сильно закругленный хвост, способствующий большей аэродинамичности летящей птицы, так же как и меньшая ширина крыльев.

При рассмотрении индекса отношения длины хвоста к длине птицы выявлено, что значение данного показателя уменьшается в ряду: сорока – ворона – грач – галка. При этом заметной динамики рассматриваемого показателя по сезонам года не обнаружено.

Основными морфологическими показателями летательного аппарата птиц являются индексы размаха крыльев, удлинения, ширины крыла. В результате исследований выявлено, что значения размаха крыльев уменьшаются в ряду: галка – серая ворона – грач – сорока (табл. 1). Следует отметить, что в тех случаях, когда птицы имеют очень длинный клюв и хвост, величина индекса может оказаться преуменьшенной по сравнению с родственными птицами.

Таблица 1

Индекс размаха крыльев у врановых птиц в степной зоне Южного Урала

Время отлова	Грач	Серая ворона	Сорока	Галка
Весенне-летнее	1,89±0,20	2,04±0,29	1,26±0,12	2,06±0,27
Осенне-зимнее	1,91±0,21	2,06±0,27	1,29±0,12	2,17±0,22
Уровень значимости отличий	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05

В результате исследований данных удлинения установлено, что ширина крыла грача заметно меньше других изученных представителей врановых птиц, а у сороки – больше (247,3±8,9 против 209,5±6,4). При изучении индекса отношения ширины крыла к длине птицы и индекса квадрата размаха крыльев к площади крыльев существенных различий между особями в весенне-летний и осенне-зимний период не обнаружено.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что у грача и галки по сравнению с вороной и сорокой летательный аппарат более приспособлен к скоростному полету. Однако в связи с большой скоростью полет у грача и галки должен быть относительно малоэкономным. Вследствие этого можно предположить, что летательная мускулатура у них мощная. Данное предположение было проверено с помощью определения массы наиболее крупных летательных мышц.

Мускулатура грудной конечности хорошо развита у всех исследованных птиц. Увеличение относительной массы мышц указывает на повышение энергетических затрат, связанных с полетом. Кроме этого, к ослаблению летательной мускулатуры ведет удлинение фаз планирования и частичная утрата адаптации к стремительному взрывообразному полету [3, 322–325].

В результате анализа индекса отношения массы грудной мышцы к массе тела наиболее развитая грудная мышца выявлена у галки, которая характеризуется и наиболее скоростным полетом, а наименее развитая – у серой вороны, обладающей наиболее экономичным полетом (16,02±0,20 против 13,98±0,12). Аналогичные данные получены при измерении относительной доли массы подключичной мышцы.

При анализе показателя отношения массы подъемной мускулатуры к массе опускающей достоверных межсезонных различий у исследованных видов птиц не обнаружено (табл. 2).

Таблица 2

Индекс отношения массы подъемной мускулатуры к массе опускающей (%)

Время отлова	Грач	Серая ворона	Сорока	Галка
Весенне-летние	14,98±0,16	16,50±0,25	19,36±0,14	16,43±0.17
Осенне-зимние	15,04±0,18	16,66±0.26	19,38±0.17	16,44±0,17
Уровень значимости отличий	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Резюме. У галки по сравнению с остальными изученными видами выявлены значительно меньшие несущие поверхности: крылья уже, короче и заостреннее. Данные особенности летательного аппарата улучшают аэродинамические свойства этого вида, что подтверждается полевыми наблюдениями. Так, галка, имеющая из рассматриваемых видов наименьшую массу, превосходит в скорости полета серую ворону, сороку и грача. Кроме этого, установлено и более мощное развитие мускулатуры летательного аппарата у галки, что, возможно, связано со способностью данного вида к полету с более частыми, чем у других птиц, взмахами крыльев. Последнее обеспечивает возможность не только ускорения или замедления машущего полета, но и повышения его маневренности. Таким образом, при исследовании основных показателей летательного аппарата врановых птиц выявлены особенности изучаемых видов, связанные со спецификой их полета и миграционной активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Малофеева, Н. Б.* Морфо-экологический анализ органов полета некоторых хищных птиц / Н. Б. Малофеева, В. Ф. Рябов, В. Э. Якоби // Вестник Московского ун-та. – 1973. – № 1. – С. 19–25.

2. *Родимцев, А. С.* Экология раннего онтогенеза врановых птиц / А. С. Родимцев, В. М. Константинов. – М. : Прометей, 2006. – 321 с.

3. *Сыч, В. Ф.* Морфология локомоторного аппарата птиц / В. Ф. Сыч. – СПб. ; Ульяновск : Изд-во Средневолжского научного центра, 1999. – 520 с

4. *Antonov, A.* Small-scale differences in the breeding ecology of urban and rural Magpies Pica pica / A. Antonov, D. Atanasova // Ornis fenn. – 2003. – № 1. – T. 80. – P. 21–30.

УДК 591.11:591.23:599.323

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У КРЫСЯТ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ ПЕЧЕНИ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

PHYSIOLOGICAL BLOOD INDICES OF YOUNG RATS AFTER MECHANICAL TRAUMAS OF LIVER IN THE CONDITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Л. П. Романова, И. И. Малышев, О. В. Воробьева

L. P. Romanova, I. I. Malyshev, O. V. Vorobyova

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. Выполненное исследование устанавливает стимулирующее влияние биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар» на физиологические показатели крови при заживлении механической травмы печени у крысят.

Abstract. The performed investigation establishes positive influence of biologically active substances «Trepel» and «Suvar» on physiological blood indices in the process of healing of mechanical traumas of the liver of young rats.

Ключевые слова: *крысята, печень, механическая травма, показатели крови.*

Keywords: *young rats, liver, mechanical trauma, blood indices.*

Актуальность исследуемой проблемы. В ранее опубликованной работе [3] было показано, что биологически активные вещества «Трепел» и «Сувар» оказывают стимулирующее действие на заживление механической травмы печени у 18-дневных крысят. В результате их воздействия у крысят активизируются регенераторные процессы со стороны гепатоцитов, вследствие чего травматический дефект у них на большем протяжении замещается пролиферирующими печеночными клетками. В то же время в литературе [1], [2] имеются указания на то, что применение биологически активных веществ (в том числе «Трепела» и «Сувара») в ветеринарии улучшает физиологические и биохимические показатели крови у различных животных.

Целью настоящей работы явилось изучение физиологических показателей крови у крысят при механической травме печени в условиях применения биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар».

Материал и методика исследований. В качестве экспериментальных животных были взяты 30 крысят 18-дневного возраста массой 23–29 г, которым через кожу стальной иглой с ограничителем выполняли прокол печени. Сразу после операции в основной рацион крысам добавляли биологические вещества «Трепел» из расчета 1,25 мг/кг и «Сувар» – 50 мг/кг; питание животных осуществляли в режиме свободного доступа к пище и воде.

Контролем были 30 крысят аналогичного возраста, которым после прокола печени питание было организовано основным рационом, без добавления биогенных веществ.

После операции животные обеих групп чувствовали себя хорошо, были активными, хорошо принимали пищу.

Животных выводили из эксперимента эфиром в сроки от 1 до 30 суток. Из печени животных вырезали кусочки размером 1х1 см, куда включались участки печени с повреждением. Кусочки после фиксации в 10 %-м нейтральном формалине заключались в парафин, изготавливались серийные гистотопографические срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином и по ван Гизону. Для оценки пролиферативной активности печени производили подсчет митозов (на 7000 клеток при увеличении х900). Определение гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов осуществляли с использованием автоматического гематологического анализатора SIMEX KX-21; скорость оседания эритроцитов (СОЭ) устанавливалась методом Вестергена с использованием одноразовых пробирок с 3,8 %-м антикоагулянтом натрия. Общий белок в сыворотке крови определяли рефрактометром ИРФ-22 (А. М. Ахметов), количество общего кальция – комплексометрическим методом по Уилкинсону. Исследование в сыворотке крови активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ), аланинаминотрансферазы (АлАт), аспартатаминотрансферазы (АсАт) осуществляли с помощью анализатора BS 3000. Статистическая обработка материала производилась по программе «Статистика» с привлечением пакета программ Microsoft Office (Word et Excel) Pentium 166 MMX. Для определения различия статистических показателей между средними величинами использовали критерий Стьюдента (t).

Результаты исследований и их обсуждение. Микроскопически через 1 сутки после нанесения травмы у животных участок повреждения был представлен щелевидной полостью, заполненной эритроцитами и погибающими гепатоцитами. Через 3–5 суток у опытных крысят вокруг очага травмы появлялось небольшое количество молодых мезенхимальных клеток. В дальнейшем (на 5-е, 7-е, 9-е, 11-е сутки) зона повреждения была представлена полостью, по краю которой лежало небольшое количество лимфоидных клеток и (с 9-х суток) фибробластов. На 9–11-е сутки среди клеток начинали прослеживаться нежные волоконца, окрашивающиеся по ван Гизону в бледно-розовый цвет. Размеры полости постепенно уменьшались от 5-х до 11-х суток. На 15-е, 20-е и 30-е сутки на месте погибшей ткани печени обнаруживался небольшой фокус волокнистой соединительной ткани.

У контрольных крысят с 3-х суток вокруг очага повреждения появлялось большое количество лимфоидных клеток. Фибробласты начинали преобладать в клеточном инфильтрате с 7-х и особенно с 9-х суток; при этом по периферии начинали прослеживаться нежные волокна. Постепенно развивающаяся соединительная ткань заполняла участок травмы, и на 11-е сутки она практически полностью замещалась волокнистой соединительной тканью. При этом очаг склероза был во много раз больше, чем такой же участок у опытных животных. На основании гистологического исследования было сделано заключение, что биологически активные вещества «Трепел» и «Сувар» снижают мезенхимальную реакцию, замедляют появление фибробластов и уменьшают их количество вокруг очага травмы и тем самым препятствуют коллагенизации и развитию соединительной ткани.

Произведенный подсчет митозов подтвердил ранее полученные результаты [3], говорящие о том, что у животных, получающих биогенные вещества, имеют место более высокие показатели митотического индекса по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1

Количество митозов гепатоцитов у животных опытной и контрольной групп в зависимости от времени после операции (%)

Время после операции (сутки)	Количество митозов гепатоцитов	
	Опытные животные (M±м)	Контрольные животные (M±м)
1	1,4±0,3	-
3	3,6±0,7	3,1±1,5
5	6,4±2,8*	4,5±2,1
7	6,3±2,6 *	3,8±1,9
9	5,6±2,7 *	0,9±0,4
11	4,5±3,4	-
15	0,8±0,1	-

*P<0,001

Учитывая данные пролиферативной активности гепатоцитов, можно прийти к заключению, что у опытных крысят биологически активные вещества, снижая мезенхимальную и фибробластическую реакции, одновременно стимулируют пролиферацию печеночных клеток; при этом размножающиеся гепатоциты постепенно сдавливают участок повреждения, уменьшая его размеры, и, таким образом, в заключении он на большем протяжении оказывается заполненным пролиферирующими гепатоцитами. Развивающаяся позднее соединительная ткань занимает лишь небольшую часть дефекта печени.

У контрольных крысят пролиферативные проявления со стороны гепатоцитов выражены значительно слабее, а мезенхимальная и фибробластическая реакции в ответ на повреждение, наоборот, – резко. Поэтому зона повреждения у них на большем протяжении замещается соединительной тканью.

Гематологическое исследование выявило разницу в содержании гемоглобина и эритроцитов у животных опытной и контрольной групп (табл. 2).

Таблица 2

Гематологический спектр опытных и контрольных крысят (M±m)

Время после операции (сутки)	Опытные животные			Контрольные животные		
	Эритроциты (млн/мкл)	Гемоглобин (г/л)	Лейкоциты (10^9/л)	Эритроциты (млн/мкл)	Гемоглобин (г/л)	Лейкоциты (10^9/л)
1	5,6±0,30	119±0,50	4,7±0,01	5,5±0,08	120±0,09	5,4±0,01
3	5,7±0,08	121±0,90	4,9±0,02	5,6±0,01	121±0,10	6,5±0,92
5	6,4±0,01	129±0,10*	5,4±0,01*	5,6±0,01	120±0,10	7,3±0,01
7	6,6±0,01	128±0,10*	5,6±0,01*	5,4±0,01	119±0,10	7,5±0,01
9	7,0±0,01	135±0,10*	5,6±0,01*	5,3±0,01	119±0,10	7,1±0,02
11	7,1±0,01	135±0,10*	5,6±0,01*	5,4±0,01	120±0,10	6,5±0,01
15	7,3±0,01	137±0,10*	5,4±0,01*	5,0±0,01	118±0,10	6,3±0,01
20	7,4±0,01	137±0,10*	5,3±0,01*	4,6±0,01	116±0,10	6,1±0,02
30	7,3±0,01	137±0,10	5,7±0,03	5,0±0,01	118±0,10	5,7±0,01

* – знак достоверности (P<0,05) здесь и далее

Из таблицы можно видеть, что у опытных крысят уровень гемоглобина и количество эритроцитов значительно выше, чем это имело место у контрольных животных. Число лейкоцитов у опытных крысят увеличивалось относительно в небольших пределах.

В табл. 3 представлены данные о содержании общего белка в сыворотке крови.

Таблица 3

Содержание общего белка в сыворотке крови у опытных и контрольных животных (М±м)

Время после операции (сутки)	Общий белок в сыворотке крови (г/л) (опытные животные)	Общий белок в сыворотке крови (г/л) (контрольные животные)
1	47,2±0,15	48,1±0,16
3	51,7±0,17	49,0±0,21
5	58,1±0,23	53,6±0,15
7	64,5±0,20*	51,9±0,23
9	62,8±0,19*	47,3±0,24
11	65,2±0,21*	52,7±0,17
15	67,1±0,22*	53,4±0,21
20	70,4±0,07*	50,9±0,15
30	71,8±0,25*	56,3±0,18

Таким образом, содержание общего белка в сыворотке крови у опытных животных превышает общий белок у контрольных крысят.

Исследование активности ряда ферментов также установило различие показателей у опытных и контрольных животных (табл. 4).

Таблица 4

Показатели ферментативной активности крови (М±м)

Время после операции (сутки)	Опытные животные			Контрольные животные		
	АлАт (Ед/л)	АсАт (Ед/л)	ЛДГ (Ед/л)	АлАт (Ед/л)	АсАт (Ед/л)	ЛДГ (Ед/л)
1	12,1±0,37	26,7±0,52	58,1±2,08	14,5±1,64	24,5±2,73	44,6±3,72
3	12,8±1,08*	27,3±1,63*	60,5±1,70*	23,6±2,17	31,9±1,81	50,2±1,26
5	11,9±0,91*	27,5±0,21*	64,3±0,81*	22,7±1,72	36,4±0,10	51,7±0,25
7	10,8±0,07*	24,3±1,91*	66,5±1,14*	24,3±0,05	35,1±0,09	50,9±0,16
9	7,3±0,83*	20,7±0,70*	67,1±2,52*	24,5±1,56	32,4±1,82	51,8±1,63
11	7,0±0,02*	19,2±0,09*	66,3±1,73*	16,3±2,35	24,5±1,62	52,6±0,92
15	5,7±0,62*	9,6±1,05*	60,6±1,55*	12,5±1,73	15,6±0,93	49,2±2,47
20	6,1±0,09*	7,4±1,08*	58,2±1,93*	10,9±1,54	14,4±1,08	50,7±1,93
30	5,3±0,05*	6,5±0,64*	58,4±0,91*	9,3±0,57	10,7±0,82	45,3±0,91

Из табл. 4 можно видеть, что у опытных крысят активность АсАт и АлАт ниже, чем у контрольных крысят, а активность ЛДГ – значительно выше.

При исследовании кальция в сыворотке крови животных было отмечено, что его содержание волнообразно изменялось в течение эксперимента и колебалось в узком диапазоне от 1,9±0,01 до 2,6±0,02 ммоль/л; у опытных и контрольных животных были получены практически близкие цифры.

Резюме. Оценивая полученные в данной работе результаты, можно прийти к заключению, что скармливание 18-дневным крысятам биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар» оказывает стимулирующее воздействие на гематологическую и биохимическую картину крови. При сопоставлении данных морфологического, гематологического и биохимического исследований можно заметить, что между ними прослеживаются определенные параллели. В частности, меньшая активность АсАт и АлАт в сыворотке крови опытных крысят подтверждает морфологические данные о том, что у животных этой группы насчитывается значительно меньше дистрофически измененных гепатоцитов по сравнению с контролем. Анализируя данные пролиферативной активности гепатоцитов и показателей крови, можно видеть, что у опытных крысят наблюдается прямая зависимость между количеством эритроцитов и содержанием гемоглобина, с одной стороны, и уровнем пролиферативной активности печеночных клеток – с другой. Таким образом, создается вполне определенное мнение, что активация гематологических и биохимических показателей крови у опытных животных лежит в основе активации пролиферации гепатоцитов в ответ на повреждение.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Архипова, М. Н.* Совершенствование функциональных систем у боровков в биогеохимических условиях Чувашского Центра с назначением биогенных соединений / М. Н. Архипова, А. А. Шуканов // Материалы I Всероссийской молодежной научной конференции. – Сыктывкар : Институт физиологии Уральского отделения РАН, 2008. – С. 198–199.

2. *Григорьев, С. Г.* Корреляционный анализ физиологических процессов у боровков, содержащихся в биогеохимических условиях Чувашского Засурья / С. Г. Григорьев, А. А. Шуканов // Аграрная наука. – 2009. – № 1. – С. 22–24.

3. *Романова, Л. П.* Особенности заживления механической травмы печени у молодых крысят в условиях стимуляции биологически активными веществами / Л. П. Романова, И. И. Малышев // Аллергология и иммунология. – 2009. – № 1. – С. 114–115.

УДК 591.111.3

АКТИВНОСТЬ ТРОМБОЦИТАРНЫХ ФУНКЦИЙ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ, РЕГУЛЯРНО ТРЕНИРОВАВШИХСЯ В СТУДЕНЧЕСКИЕ ГОДЫ В СЕКЦИИ БОЛЬШОГО ТЕННИСА

THE ACTIVITY OF PLATELET FUNCTIONS IN YOUNG PEOPLE WHO HAD REGULAR TRAINING IN STUDENTS' YEARS IN LAWN TENNIS GROUPS

А. П. Савченко, И. Н. Медведев

A. P. Savchenko, I. N. Medvedev

Курский институт социального образования (филиал)
ГОУ ВПО «Российский государственный социальный университет», г. Курск

Аннотация. У молодых людей, посещавших в возрасте 18–22 лет секцию большого тенниса и в последующем прекративших тренировки, выявлена стабильно невысокая функциональная активность тромбоцитов. В возрасте 26–35 лет агрегация тромбоцитов у них находилась на невысоком уровне, не испытывая достоверных колебаний, что, видимо, связано с постоянством их чувствительности к экзогенным влияниям. Оптимально низкая активность тромбоцитов обуславливает невыраженную агрегацию с индукторами и их сочетаниями в условиях, приближенных к внутрисосудистым, что обеспечивает необходимый уровень микроциркуляции тканей в организме молодого человека, ранее регулярно тренировавшегося физически.

Abstract. Young people, attending Lawn tennis group at the age of 18–22 and breaking off the training later revealed low functional activity of platelets. At the age of 26–35 platelet aggregation was low without any valid fluctuations, which may be due to their steady sensitivity to exogenous factors. Optimally low activity of platelets determines weak aggregation with inductors and their compounds in the conditions close to intravascular. This provides the necessary level of micro circulation of tissues in the body of a young person who used to have regular physical training.

Ключевые слова: *тромбоцитарная активность, молодой возраст, прекращение регулярных физических нагрузок, реологические свойства крови, микроциркуляторные особенности тромбоцитов.*

Keywords: *platelet activity, young age, regular physical exercise, the rheological properties of blood, microcirculatory characteristics of platelets.*

Актуальность исследуемой проблемы. Особенности морфофункционального развития организма человека в значительной степени зависят от активности тромбоцитарного гемостаза, во многом обуславливающей адекватные реологические свойства крови. Известно, что физическая нагрузка способна позитивно влиять на отдельные показатели

тромбоцитарных функций [4, 26–27]. Однако не изучено состояние тромбоцитарной активности у молодых людей, не имеющих вредных привычек, в прошлом регулярно активно тренировавшихся в секции большого тенниса, но в последующем снизивших интенсивность и частоту тренировок. Не оценена динамика агрегационной активности их тромбоцитов под влиянием различных индукторов и их сочетаний, имеющихся в условиях кровотока. У этих людей также не оценена выраженность морфологической активности тромбоцитов in vivo, определяющая жидкостные свойства крови и текучесть ее по сосудам. В этой связи была сформулирована цель проведенного исследования: выяснить активность тромбоцитарных функций у здоровых молодых людей, не имеющих вредных привычек, оставивших регулярные тренировки в секции большого тенниса.

Материал и методика исследований. В группу исследования включены 72 здоровых молодых человека 26–35 лет, регулярно тренировавшихся в студенческие годы в секции большого тенниса, а в настоящее время оставивших регулярные тренировки, сведя их на уровень редких нерегулярных тренировок, практически на любительский уровень (24 человека 26–27 лет, 25 человек 30–31 года, 23 человека 34–35 лет). Контрольную группу составили 147 молодых людей 18–22 лет, регулярно тренирующихся физически в секции большого тенниса.

У всех обследованных проводилось определение уровня внутритромбоцитарного перекисного окисления липидов (ПОЛ) по концентрации базального уровня малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты [7, 167–172], в модификации [3, 414–417] и по уровню ацилгидроперекисей (АГП) [2, 33–36], каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) [5, 9–13]. Подсчитывалось количество тромбоцитов в капиллярной крови в камере Горяева. Продукты лабилизации тромбоцитарных фосфолипидов – активаторов свертывания ($Ф_3$-тромбоцитов) – оценивали по методу Е. Д. Еремина [1, 36–38] с вычислением индекса тромбоцитарной активности (ИТА). Длительность агрегации тромбоцитов (АТ) определялась визуальным микрометодом по А. С. Шитиковой [6, 49–53] с использованием в качестве индукторов аденозиндифосфата (АДФ) ($0{,}5\times10^{-4}$ М), коллагена (разведение 1:2 основной суспензии), тромбина (0,125 ед/мл), ристомицина (0,8 мг/мл) (НПО «Ренам»), адреналина (5×10^{-6} М., завод «Гедеон Рихтер»), а также сочетания АДФ и адреналина, АДФ и коллагена, адреналина и коллагена для моделирования реальных условий кровотока. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. На этапе включения в группу исследования у молодых людей определяли основные физиологические параметры, проводили морфологический и биохимический анализы крови, показавшие, что оцениваемые общие функциональные и биохимические величины у всех обследуемых находились в пределах физиологической нормы.

Уровень первичных продуктов ПОЛ-АГП в тромбоцитах здоровых 26–27-летних молодых людей, ранее регулярно тренировавшихся физически, составлял 2,06±0,15 $Д_{233}/10^9$тр., достоверно не меняясь к 34–35 годам, достигая в этом возрасте 2,08±0,25 $Д_{233}/10^9$тр. (в контроле – 1,98±0,17 $Д_{233}/10^9$тр.). При этом уровень базального МДА в тромбоцитах – конечного продукта ПОЛ – у 26–27-летних обследованных составил 0,52±0,27 нмоль/10^9тр., также сохраняясь на данном уровне к 34–35 годам жизни (0,52±0,14 нмоль/10^9тр.), при уровне в контроле 0,49±0,16 нмоль/10^9тр. Активность каталазы и СОД в кровяных пластинках, находившихся под наблюдением здоровых молодых людей, не имела достоверной динамики с 26–27 лет (9690,0±216,7 МЕ/10^9тр. и

1690,0±16,5 МЕ/10^9тр. соответственно) до 34–35 лет (95900,0±192,8 МЕ/10^9тр., 1690,0±22,3 МЕ/10^9тр. соответственно) при значении активности данных ферментов в контроле 9646,0±158,6 МЕ/10^9тр., 1690,0±19,7 МЕ/10^9тр. соответственно.

Уровень ИТА у 26–27-летних обследованных соответствовал 22,4±0,20 %, оставаясь на данном уровне у более старших обследованных и не отличаясь от уровня контроля (20,5±0,13 %). Это указывало на стабильность уровня продуктов лабилизации тромбоцитарных фосфолипидов – активаторов свертывания крови – в кровяных пластинках у здоровых молодых людей в возрасте 26–35 лет, ранее регулярно тренировавшихся физически. У обследованных молодых людей в 26–27-летнем возрасте время развития АТ под влиянием коллагена составляло 35,8±0,24 с (в контроле – 34,6±0,17 с), оставаясь на сходном уровне у более старших обследуемых. Аналогичная активность АТ в этом возрасте у оставивших регулярные тренировки молодых людей отмечена под влиянием АДФ (46,8±0,22 с, в контроле – 46,2±0,12 с) и ристомицина (50,7±0,13 с, в контроле – 49,0±0,15 с). В более поздние сроки развивалась тромбиновая и адреналиновая АТ, составляя в 26–27 лет 57,2±0,14 с и 105,2±0,34 с соответственно (в контроле – 57,±0,16 с и 103,4±0,19 с соответственно), достоверно не меняясь у более старших обследованных. В 26–27 лет при сочетанном применении индукторов у тренирующихся физически молодых людей АТ составляла: для АДФ+адреналин – 37,2±0,10 с, для АДФ+коллаген – 27,2±0,09 с, для адреналин+коллаген – 28,9±0,18 с, (в контроле – 37,1±0,18 с, 27,7±0,15 с и 29,9±0,16 с соответственно), оставаясь стабильной для всех испытанных индукторов и их сочетаний до 34–35-летнего возраста.

Таким образом, у ранее регулярно тренировавшихся физически молодых людей, сохранивших приверженность к нерегулярным физическим нагрузкам, отмечается стабильно невысокая тромбоцитарная активность между 26 и 35 годами жизни, способная поддерживать у них на оптимальном уровне реологические свойства крови.

Уровень жидкостных свойств крови и ее текучесть по сосудам зависят от большого числа факторов, к которым, безусловно, относятся регулярные умеренные физические нагрузки.

У здоровых молодых людей 26–35 лет, в прошлом регулярно тренировавшихся физически в секции большого тенниса, отмечены стабильно нормальные показатели антиоксидантной активности тромбоцитов и невысокий уровень в них ПОЛ, что обуславливает у них постоянство активности кровяных пластинок. Не исключено, что это во многом связано с сохранением невысокого уровня чувствительности рецепторов тромбоцитов к экзогенным влияниям различных химических веществ в различных условиях внешней среды. Невысокая плотность рецепторов на мембранах тромбоцитов обуславливается сложными приспособительными реакциями организма у обследованных, обеспечивая сохранение необходимого уровня адаптации тромбоцитарного гемостаза к условиям функционирования.

Активность АТ с рядом испытанных индукторов и их сочетаний у молодых людей 26–35 лет, тренировавшихся физически в студенческом возрасте, позволила установить постоянство агрегативной функции кровяных пластинок. Состояние АТ при влиянии на тромбоциты сильных агонистов агрегации – коллагена и тромбина – может обуславливаться во многом постоянством механизма активации тромбоцитов через фосфолипазу С, стимулирующую фосфоинозитольный путь, через диацилглицерол и протеинкиназу С и фосфолирирование белков сократительной системы. Невысокая АТ у обследованного контингента молодежи, отмеченная также со слабыми индукторами агрегации – АДФ и

адреналином, обуславливается невыраженной экспрессией фибриногеновых рецепторов (GPIIв-IIIа) в условиях стимуляции фосфолипазы A_2, регулирующей выход из фосфолипидов арахидоновой кислоты и последующий ее метаболизм.

Оценка АТ с несколькими индукторами одновременно показала их взаимопотенцирующее действие, подтвердив закономерности, выявленные при исследовании АТ с изолированными агонистами. Несомненно, что важную роль в поддержании невысокой АТ играет не только стабильность активности ферментных систем тромбоцитов, в т. ч. тромбоксанообразования, но и невысокая активность секреции АДФ и АТФ и функциональной готовности актино-миозинового комплекса.

Таким образом, по мере увеличения возраста молодых людей, умеренно тренировавшихся физически в студенческом возрасте, сохраняется невысокая активность тромбоцитов, обеспечивающая оптимальные реологические свойства их крови независимо от уровня средовых воздействий на организм.

Резюме. У молодых людей, посещавших в возрасте 18–22 лет секцию большого тенниса и в последующем прекративших тренировки, выявлена стабильно невысокая функциональная активность тромбоцитов. В возрасте 26–35 лет агрегация тромбоцитов у них находилась на невысоком уровне, не испытывая достоверных колебаний, что, видимо, связано с постоянством их чувствительности к экзогенным влияниям. Оптимально низкая активность тромбоцитов обусловливает невыраженную агрегацию с индукторами и их сочетаниями в условиях, приближенных в внутрисосудистым, что обеспечивает необходимый уровень микроциркуляции тканей в организме молодого человека, ранее регулярно тренировавшегося физически.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баркаган, З. С.* Обоснование и клиническая оценка некоторых новых методических приемов распознавания предтромботических состояний и латентных тромбозов / З. С. Баркаган, Г. Ф. Еремин, А. В. Давыдов // Лабораторные методы исследования в современной клинике внутренних болезней : материалы VII пленума Всероссийского научного медицинского общества терапевтов и Всероссийского научного медицинского общества врачей-лаборантов. – М. : Наука, 1974. – С. 36–38.

2. *Гаврилов, В. Б.* Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови / В. Б. Гаврилов, М. И. Мишкорудная // Лабораторное дело. – 1983. – № 3. – С. 33–36.

3. *Кубатиев, А. А.* Перекиси липидов и тромбоз / А. А. Кубатиев, А. А. Андреев // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1979. – № 5. – С. 414–417.

4. *Марышева, Е. Ф.* Тромбоцитарный гемостаз при физической нагрузке : дис. … канд биол. наук : 03.00.13 / Е. Ф. Марышева. – Челябинск, 2003. – 204 с.

5. *Чевари, С.* Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте / С. Чевари, Т. Андял, Я. Штренгер // Лабораторное дело. – 1991. – № 10. – С. 9–13.

6. *Шитикова, А. С.* Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов / А. С. Шитикова // Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний / под ред. Н. Н. Петрищева, Л. П. Папаян. – СПб. : Наука, 1999. – С. 49–53.

7. *Schmith, J. B.* Malondialdehyde formation as an indicator of prostaglandin production by human platelet / J. B. Schmith, C. M. Ingerman, M. J. Silver // J. Lab. Clin. Med. – 1976. – Vol. 88 (1). – P. 167–172.

УДК 625.855

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ НА ПРИМЕРЕ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

USE OF LOCAL MATERIALS OF CHUVASH REPUBLIC IN PRODUCTION OF BITUMINOUS CONCRETES BU EXAMPLE OF MACADAM-MASTIC BITUMINOUS CONCRETE

М. Г. Салихов, С. В. Криворучко, В. Ю. Иливанов

M. G. Salikhov, S. V. Krivoruchko, V. Y. Ilivanov

Волжский филиал ГОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Чебоксары

Аннотация. Определяется возможность применения местных материалов Чувашской Республики в качестве стабилизирующих добавок и минерального порошка для изготовления щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси.

Abstract. Possibility of application of local materials of Chuvash Republic as antihunt additions and mineral powder for making macadam-mastic bituminous concrete mixture is determined.

Ключевые слова: *щебеночно-мастичный асфальтобетон, целлюлозное волокно, минеральный порошок.*

Keywords: *macadam-mastic bituminous concrete, cellulose fibre, mineral powder.*

Актуальность исследуемой проблемы. Развитие автодорог чрезвычайно актуально для всех регионов России. Остро стоит проблема необходимости модернизации дорожной инфраструктуры, без которой невозможна реализация национальных проектов на территории Чувашской Республики и близлежащих республик и областей.

Строительство дорог общего пользования в Чувашской Республике повысит качество жизни сельского населения, создаст условия для дальнейшего развития предприятий агропромышленного комплекса, совершенствования и развития сети местных автомобильных дорог, связи сельских населенных пунктов между собой, районными центрами и городами российского значения. В основном это дороги III–V технических категорий. Для покрытий автомобильных дорог данных категорий целесообразно применять асфальтобетон типов Б и В [5].

В настоящее время для покрытий требуется более качественный и долговечный материал, способный выдерживать нарастающую с каждым годом нагрузку на ось и интенсивность движения. Наиболее перспективным материалом современного дорожного строительства, позволяющим повысить качество автодорог, является щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), который обеспечивает высокий коэффициент сцепления с колесом автомобиля, уменьшение водяных брызг и аквапланирования шин, высокое сопротивление постоянной деформации, наивысшую долговечность, низкий уровень шума, снижение расходов на обслуживание.

Целью работы явилось научное обоснование целесообразности использования местных отходов текстильной и макулатурной промышленности Чувашской Республики при производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей взамен зарубежных стабилизирующих добавок.

Решаемые задачи: 1) сравнение физико-механических свойств предварительного состава ЩМА со стабилизирующей добавкой на основе целлюлозного волокна (ЦВ) и ЩМА с VIATOP; 2) обзор местных материалов Чувашской Республики, пригодных для дорожного строительства.

Материал и методика исследований. Для снижения стоимости покрытия автомобильных дорог из ЩМА предлагается использование местных материалов Чувашской Республики. В качестве неотъемлемого компонента ЩМА, стабилизирующей добавки, предлагается использовать целлюлозное волокно завода по переработке бумажных отходов, расположенного в г. Канаше.

На территории Чувашской Республики находится карьер минеральных карбонатных пород Яманчуринского месторождения, который находится возле деревни Яманчурино Яльчикского района. Минеральный порошок, полученный путем дробления известняка из Яманчуринского карьера, был исследован в лаборатории Волжского филиала ГОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». Для исследований были взяты неактивированный и активированный минеральные порошки из карбонатных пород, залегающих на территории Чувашии.

Методика исследований предусматривает проведение ряда испытаний в соответствии с ГОСТ [2], [3] с последующим сопоставлением полученных результатов с нормативными требованиями. Однако для всесторонней характеристики исследуемых материалов испытаний по ГОСТ недостаточно, поэтому они дополнены рядом специализированных испытаний с использованием стабилизирующих добавок типа VIATOP. Кроме стандартных испытаний ЩМА исследовали на:

– устойчивость смеси к расслаиванию (определяется по показателю стекания вяжущего);

– сдвигоустойчивость (определяется коэффициентом внутреннего трения и сцеплением при сдвиге);

– коррозионную стойкость (оценивается показателями водостойкости и морозостойкости).

Исследуемые характеристики оказывают существенное влияние на долговечность дорожных покрытий из ЩМА.

Результаты исследований и их обсуждение. При анализе структурных характеристик ЩМА и обычного асфальтобетона применение целлюлозного волокна местного производства дает возможность судить о более жесткой каркасной структуре, которая обеспечивает передачу нагрузки с поверхности в нижележащие слои через непосредственно контактирующие друг с другом отдельные крупные частицы каменного материала, благодаря чему слой щебеночно-мастичного асфальтобетона подвергается меньшим деформациям как в поперечном, так и в продольном направлениях.

При анализе технологических характеристик при производстве минерального порошка Яманчуринского месторождения выявлено, что при активизации жировым гудроном и битумом повышается удельная поверхность пленки активатора. Это повышает гидрофобизирующие свойства минерального порошка.

Для изготовления эффективного дорожного покрытия из ЩМА важным условием является правильное соотношение компонентов смеси: щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка, битума и стабилизирующей добавки. Одним из наиболее активных структурирующих компонентов асфальтобетонов, как известно, является минеральный порошок. При объединении битума с минеральным порошком формируется микроструктура асфальтобетона, отражающая количественное соотношение, расположение и взаимодействие вяжущего и наиболее активной составляющей асфальтобетона – минерального порошка. По сравнению с другими минеральными материалами, входящими в состав асфальтобетона, минеральный порошок имеет значительно большую суммарную поверхность частиц. Благодаря своей развитой поверхности, адсорбирующей большую часть битума, минеральный порошок, как наиболее активная составляющая часть композиции, сообщает асфальтобетону необходимые свойства. От количества, удельной поверхности и свойств минерального порошка в значительной степени зависят свойства асфальтобетона. Поэтому главнейшими особенностями минерального порошка являются его способность к прочному сцеплению с битумом и высокая удельная поверхность [1].

Смеси ЩМА требуют повышенного количества вяжущего для заполнения межкаменного пространства и улучшения деформативных характеристик. В связи с неизбежным стеканием излишков вяжущего в процессе транспортирования смеси и при ее укладке необходимо применять стабилизирующие добавки, которые представляют собой волокна, как правило, целлюлозные, или гранулы на их основе типа VIATOP, TOPCEL и др., которые выпускаются зарубежными производителями и имеют довольно высокую стоимость. Допускается применение полимерных или иных волокон с круглым или удлиненным поперечным сечением нитей длиной от 0,1 до 10,0 мм [2]. Пригодность этих волокон и оптимальное их содержание оценивается посредством проведения испытаний.

По результатам лабораторных исследований произведена апробация ЩМАС на экспериментальном участке дороги. Для проведения апробации было взято целлюлозное волокно в виде ваты с повышенной огнестойкостью (рис. 1) в количестве 49 кг.

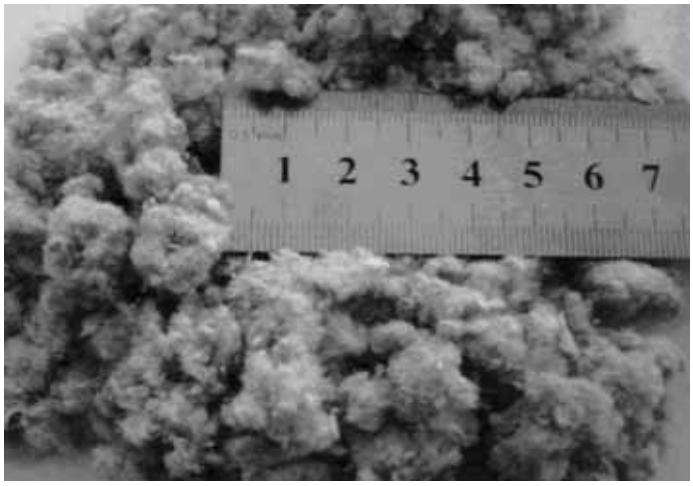


Рис. 1. ***Целлюлозное волокно***

Состав материала для приготовления ЩМАС был взят аналогично рекомендациям [6]. Приготовление смеси осуществлялось на автоматизированной установке марки «Vibau». Асфальтобетонная смесь выпускалась с температурой 160–165 ^{0}С, время приготовления одного замеса в количестве 1,5 т составило 42 с. Дозирование материалов проводилось без нарушения технологии производственного цикла приготовления смеси. Укладка асфальтобетонных смесей производилась асфальтоукладчиком «Vogel» на пневмоходу. Температура смеси при укладке составляла 130–145 ^{0}С. Уплотнение смеси, распределенной укладчиком, производилось катками 8,0 и 10,0 т. ЩМА смесь уплотнялась только в статическом режиме при 4–6 проходах катка по одному следу. При укладке одновременно производился визуальный осмотр, который установил стабильность и однородность ЩМА смеси, а также удобоукладываемость и хорошую укатываемость.

Результаты физико-механических свойств образцов (проб) ЩМА представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси

Фактические показатели	Средняя плотность а/б, г/см^3	Водонасыщение, % по объему	Предел прочности при сжатии, МПа			Сдвигоустойчивость		Трещиностойкость: предел прочности при 0^{0}С, МПа	Устойчивость к расслаиванию, % по массе
			R_0	R_{20}	R_{50}	Коэф. внутр. трения, МПа	Сцепление при сдвиге, МПа		
Треб. ГОСТ	не норм.	от 0,1 до 4,5	не более 11,0	не менее 2,2	не менее 0,65	не менее 0,93	не менее 0,18	не менее 2,5 не более 6,0	не более 0,20
ЩМА с ЦВ	2,34	2,47	8,3	3,15	0,83	0,93	0,20	3,6	0,10
ЩМА с VIATOP	2,36	2,30	8,6	2,50	0,97	1,07	0,54	3,8	0,11

По физико-механическим показателям ЩМА со стабилизирующими добавками из целлюлозного волокна и VIATOP отвечают требованиям ГОСТ [2].

Минеральный порошок получен путем помола известняка Яманчуринского месторождения и соответствует ГОСТ [3]. Зерновой состав: мельче 1,25 мм – 99,72 % по массе, мельче 0,315 мм – 95,2 % по массе, мельче 0,071 мм – 77,0 % по массе; пористость – 29,2 %; набухание образцов из смеси порошка с битумом – 1,9 %; содержание активирующего вещества – 0,5 % по массе; средняя плотность 1,9 г/см^3; истинная плотность – 2,68 г/см^3; насыпная плотность – 1,01 г/см^3.

Активированный минеральный порошок получен путем помола известняка Яманчуринского месторождения и обогащен смесью жирового гудрона и битума, соответствует ГОСТ [3]. Зерновой состав: мельче 1,25 мм – 99,72 % по массе, мельче 0,315 мм – 99,86 % по массе, мельче 0,071 мм – 81,5 % по массе; пористость – 28,51 %; набухание образцов из смеси порошка с битумом – 1,76 %; влажность 0,63 % по массе; средняя плотность 1,93 г/см^3; истинная плотность – 2,7 г/см^3; насыпная плотность – 1,01 г/см^3. Нефтяной битум применяется для активирования порошка – БДН 60/90. Активирующее вещество – жировой гудрон – принят по ТУ 18 РСФСР 486–77.

Таким образом, мы может констатировать следующее:

1. Прочностные характеристики образцов ЩМА с целлюлозным волокном по показателю прочности при сжатии при 20 ^{o}C (3,15 МПа) превосходят образцы ЩМА со стабилизирующей добавкой VIATOP (2,5 МПа), что свидетельствует о развитой каркасно-щелевой структуре, которая обеспечивает хороший контакт между крупными частицами каменного материала, чем снижает деформации как в поперечном, так и в продольном направлениях слоев асфальтобетона.

2. Применение активатора порошка повышает сорбционную способность и дает возможность увеличивать срок хранения приготовленного минерального порошка.

Резюме. Применение местных материалов Чувашской Республики в качестве стабилизирующей добавки (целлюлозное волокно) и минерального порошка в производстве асфальтобетонов не только позволяет снизить стоимость асфальтобетонной смеси, но и обеспечивает необходимые показатели надежности и долговечности дорожных покрытий, позволяет добиться на примере ЩМА более высоких прочностных характеристик в сравнении с зарубежными аналогами, используемыми в настоящее время. Поэтому их применение на территории Чувашской Республики более целесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисенко, О. А*. Влияние дисперсности и удельной поверхности минерального порошка на формирование структуры и физико-механических свойств асфальтобетонов / О. А. Борисенко // Сб. науч. тр. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2004. – № 1. – С. 184–187.

2. *ГОСТ* 31015–2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетоны щебеночно-мастичные. Техн. условия. – Введ. с 1.05.03. – М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 21 с.

3. *ГОСТ* 12801–98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – Введ. с 1.01.99. – М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 1998. – 36 с.

4. *Задорожный, Д. В.* Щебеночно-мастичный асфальтобетон с повышенными эксплуатационными свойствами / Д. В. Задорожный // Изв. Ростов. гос. строит. ун-та. – 2004. – № 8. – 259 с.

5. *СНиП* 2.05.02–85*. Автомоб. дороги. – Изд. офиц., Введ. 01.01.87. – М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. – 54 с.

6. *Методические* рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) / ФГУП «Союздорнии». – М., 2002. – 36 с.

УДК 541.123.3+66.096.4 + 539.27

СИНТЕЗ БИСМАЛОНДИАМИДНИТРАТА МЕДИ (II), ЕГО СТРУКТУРА И СВОЙСТВА

THE SYNTHESIS OF BISMALONDIAMIDENITRATE OF COPPER (II) AND RESEARCH OF ITS STRUCTURE AND PROPERTIES

В. Г. Скворцов, О. В. Кольцова, Ю. Ю. Пыльчикова, А. Ю. Леонтьева

V. G. Skvortsov, O. V. Koltsova, Y. Y. Pylchikova, A. Y. Leontyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Методами физико-химического анализа изучено взаимодействие нитрата меди (II) с малондиамидом (МДА). Получено новое комплексное соединение состава $[Cu(NO_3)_2 (C_3H_6N_2O_2)_2]$. Исследованы его структура и биогенные свойства. Установлено, что бисмалондиамиднитрат меди (II) обладает ростостимулирующим действием.

Abstract. Copper nitrate (II) interaction with malone-diamides (MDA) has been researched with the help of physical and chemical analysis. New complex compound of $[Cu(NO_3)_2 (C_3H_6N_2O_2)_2]$ composition has been obtained. Its structure and biogene properties have been investigated. It has been established that bismalonediamidenitrate of copper (II) has the germination stimulating power.

Ключевые слова: *нитрат меди, малондиамид, бисмалондиамиднитрат меди, рентгеноструктурный анализ.*

Keywords: *copper nitrate, malonediamide, bismalonediamidenitrate coppers, X-ray crystal analysis.*

Актуальность исследуемой проблемы. Известно, что наряду с макроэлементами незаменимую роль в жизнедеятельности живых организмов играют микроэлементы, одним из которых является медь [2], [5]. Она принадлежит к микроэлементам, без которых невозможны нормальный рост и развитие растений, так как замедляются ферментативные процессы, что приводит к нарушению обмена веществ, уменьшению интенсивности дыхания, биосинтеза белков и т. д.

Основным питательным элементом у растений, животных и человека является азот [3]. Он входит в состав простых и сложных белков, нуклеиновых кислот (РНК, ДНК), играющих исключительно важную роль в обмене веществ. Азот содержится в хлорофилле, фосфатидах, алкалоидах, некоторых витаминах, ферментах.

На практике целесообразно применять комплексные соединения, которые сочетают в себе положительные качества их составляющих.

С целью исследования комплексообразования, а также поиска новых биологически активных препаратов изучена тройная система: нитрат меди – малондиамид – вода при 25 °С. Исследование проводили методами изотермической растворимости, денси-, рефракто- и pH-метрии [1].

Материал и методика исследований. Для опытов брали трехводный нитрат меди $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ марки «ч.д.а.» и диамид малоновой кислоты $CH_2(CONH_2)_2$ той же квалификации.

Изотермическую среду создавали в водном термостате 1ТЖ-0-03 с точностью ±0,1 °С. Равновесие в системе при постоянном энергичном перемешивании устанавливалось через 8–10 ч. Взятие проб жидких и твердых фаз производили, фильтруя насыщенные равновесные растворы через стеклянный фильтр Шотта средней пористости. Плотность растворов измеряли пикнометрически, показатель преломления – на рефрактометре ИРФ-454Б, pH – милливольтметром pH-121.

Анализ жидких и твердых фаз вели на ион меди (II) иодометрически, азот амида определяли методом Кьельдаля. Составы кристаллизующихся твердых фаз устанавливали по Скрейнемакерсу.

Экспериментальные данные по растворимости и свойствам жидких фаз системы $Cu(NO_3)_2 – CH_2(CONH_2)_2 – H_2O$ при 25 °С представлены в табл. 1 и на рис. 1, 2.

Указанная система исследована нами впервые. Сведения о поведении нитрата меди в растворах МДА в литературе отсутствуют.

Результаты исследований и их обсуждение. Из данных табл. 1 и рис. 1 видно, что изотерма растворимости состоит из трех ветвей кристаллизации. Две крайние ветви отвечают за выделение в твердую фазу исходных компонентов, малондиамида, очень короткая – нитрата меди.

Таблица 1

Растворимость и свойства жидких фаз системы $Cu(NO_3)_2 – CH_2(CONH_2)_2 – H_2O$ при 25 °С

№ точки	Жидкая фаза, мас. %		Σ	n	d	pH	Твердый остаток, мас. %		Твердая фаза
	$Cu(NO_3)_2$	МДА					$Cu(NO_3)_2$	МДА	
1	60,09	–	144,55	1,471	1,679	-0,20	77,64	–	$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$
2	57,58	1,17	139,02	1,468	1,672	-0,25	76,09	0,21	То же
3	57,59	1,16	138,98	1,468	1,672	-0,20	72,76	6,95	$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ + $Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2$
4	57,57	1,17	138,95	1,468	1,672	-0,23	48,29	50,60	$Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2$
5	51,02	2,12	112,47	1,457	1,575	0,85	48,23	50,71	То же
6	43,23	2,08	82,69	1,424	1,419	1,00	48,10	50,75	-//-
7	35,67	2,45	62,31	1,408	1,350	1,33	47,80	50,41	-//-
8	27,43	3,83	48,13	1,388	1,237	2,20	47,96	52,04	-//-
9	21,11	5,65	41,29	1,376	1,151	2,80	47,62	50,74	-//-

Окончание таблицы

10	15,02	9,13	40,25	1,372	1,108	3,40	47,40	55,06	-//-
11	12,19	13,18	46,84	1,377	1,122	3,60	47,31	51,20	-//-
12	9,76	16,98	53,71	1,383	1,144	3,70	46,88	50,91	-//-
13	9,77	16,99	53,75	1,383	1,144	3,75	37,27	49,90	$Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2 + CH_2(CONH_2)_2$
14	9,77	16,99	53,75	1,383	1,144	3,75	27,85	66,31	То же
15	9,78	17,00	53,79	1,383	1,144	3,70	0,99	89,47	$CH_2(CONH_2)_2$
16	6,94	16,24	45,97	1,368	1,095	4,15	0,51	97,14	То же
17	4,40	15,71	39,99	1,360	1,064	4,50	0,20	97,45	-//-
18	–	14,72	30,46	1,355	1,037	5,80	–	100,00	-//-

Вторая, средняя, ветвь (от точки 4 до точки 12) довольно большая, соответствует образованию комплекса. Формирование новой твердой фазы происходит в концентрационном диапазоне от 1,17 до 16,98 мас. % по амиду и от 9,76 до 57,57 мас. % по медной соли. Химическим анализом установлено, что соединение отвечает молекулярному составу $Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2$.

Найдено, мас. %: Cu – 16,13; N – 21,31.

Для $Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2$ вычислено, мас. %: Cu – 16,33; N – 21,43.

Данное комплексное соединение выделено, разработана методика его синтеза, изучены его свойства и строение.

Плотность $Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2$ равна 1,653 г/см^3, молекулярный объем составляет 236,82 см^3/моль, удельный объем – 0,60 см^3/г.

Свойства жидких фаз системы $Cu(NO_3)_2 – CH_2(CONH_2)_2 – H_2O$: сумма молей солей на 1000 молей воды (Σ), плотность (d), показатель преломления (n), величина pH изменяются в соответствии с характером изотермы растворимости, подтверждая ее вид (рис. 2). Изотермы свойств жидких фаз также состоят из трех ветвей, соответствующих ветвям насыщения на диаграмме растворимости.

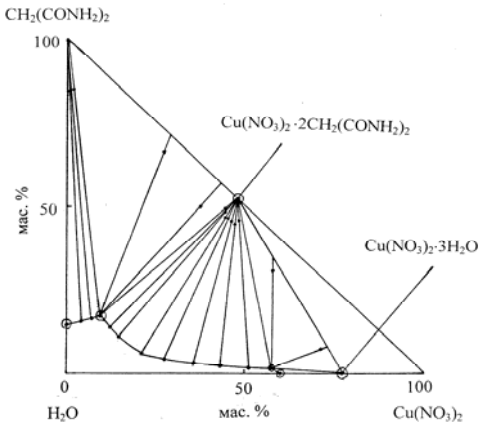


Рис. 1. ***Диаграмма растворимости системы $Cu(NO_3)_2$ – $CH_2(CONH_2)_2$ – H_2O при 25 °С***

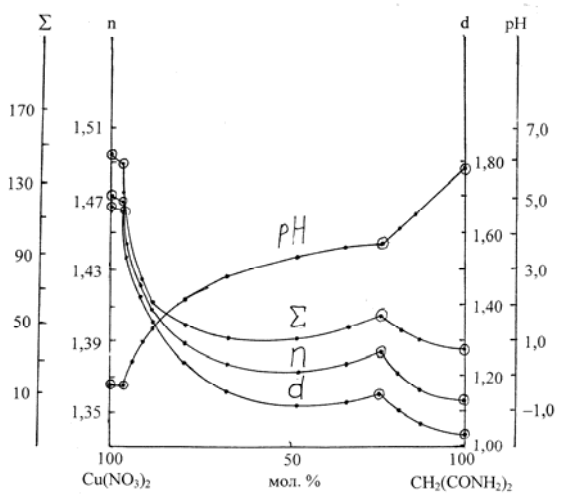


Рис. 2. ***Свойства насыщенных растворов системы $Cu(NO_3)_2$ – $CH_2(CONH_2)_2$ – H_2O при 25 °С***

В целях идентификации вновь полученного соединения изучены рентгенометрические, кристаллооптические характеристики и ИК-спектры.

Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов проводили на дифрактометре ДРОН-3,0 (CuK_α-излучение). Данные рентгенофазового анализа (рис. 3) показали, что новое соединение по положению и интенсивности пиков резко отличается от таковых исходных веществ. Оно имеет собственный набор межплоскостных расстояний (d, Å), относительные интенсивности дифракционных отражений (I) и дифракционные символы (HKL).

С помощью поляризационного микроскопа МИН-8 иммерсионным методом (жидкость ИЖ-1) были определены показатели преломления [4]. Их значения таковы: n_g=1,555±0,002, n_p=1,541±0,001.

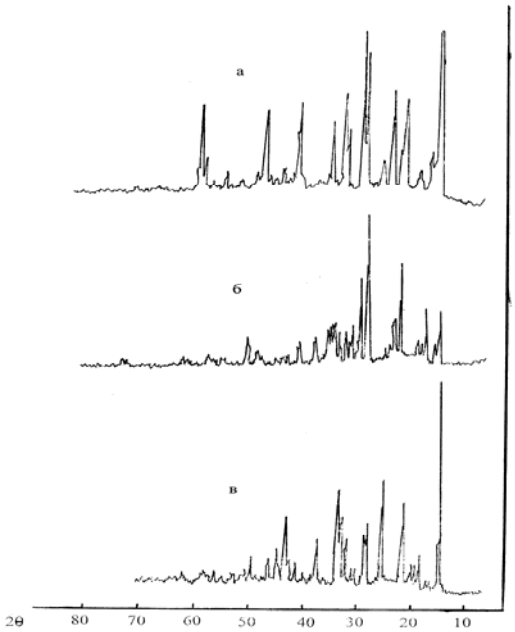


Рис. 3. ***Дифрактограммы: а – $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$;***
б – $CH_2(CONH_2)_2$;
в – $Cu(NO_3)_2 \cdot 2CH_2(CONH_2)_2$

ИК-спектры записывали на спектрофотометрах SPECORD-75IR и UR-20 в вазелиновом масле и в таблетках с бромидом калия. Наблюдаемые изменения частот поглощения в ИК-спектрах комплекса указывают на вероятность координации лиганда с ионом меди (II) как через атом кислорода C=O-группы, так и через атомы азота NH_2-группы.

Для установления кристаллической структуры медномалондиамидного комплекса проведен рентгеноструктурный анализ (РСА).

РСА проводили на автоматических четырехкружных дифрактометрах Bruker SMART 1000 с координатным (CCD) детектором. Для вычисления использовали пакет программ Bruker AXS SHELXTL.

Синтез кристаллов комплексного соединения бис(малонамид-k^2O, O$^{/}$)бис(нитрато-kO)меди (II) $[Cu(NO_3)_2(C_3H_6N_2O_2)_2]$ для РСА осуществляли на основе изотермы растворимости системы $Cu(NO_3)_2$ –$CH_2(CONH_2)_2$–H_2O при 25 °С.

Синие кристаллы $[Cu(NO_3)_2(C_3H_6N_2O_2)_2]$ выращивали из водных растворов нитрата меди (II) и диамида малоновой кислоты (мольное соотношение Cu:L=1:2) изотермическим испарением в течение 8–10 суток. Параметры элементарной ячейки: a=6,8515(7)Å; b=7,0698(7)Å; c=7,4611(8)Å; α=89,661(2)°; β=69,488(2)°; γ=73,482(2)°; V=322,75(6)Å^3; Z=1, $d_{выч.}$=2,016 мг·м$^{-3}$; пр. гр. P$\bar{1}$ (триклинная сингония); M_r=391,76.

Комплекс бис(малонамид-k^2O, O$^{/}$)бис(нитрато-kO)меди (II) $[Cu(NO_3)_2(C_3H_6N_2O_2)_2]$ существует в кристалле в виде мономера (рис. 4) [6]. Атом Cu находится в центре симметрии и имеет октаэдрическую геометрию, он координирован шестью атомами O [Cu–

O=1,9330 (10)–2,3964 (11) Å] от двух терминальных (концевых) NO_3-групп и двух хелатных малонамидных лигандов. Кристалл стабилизирован внутримолекулярными N–H…O водородными связями.

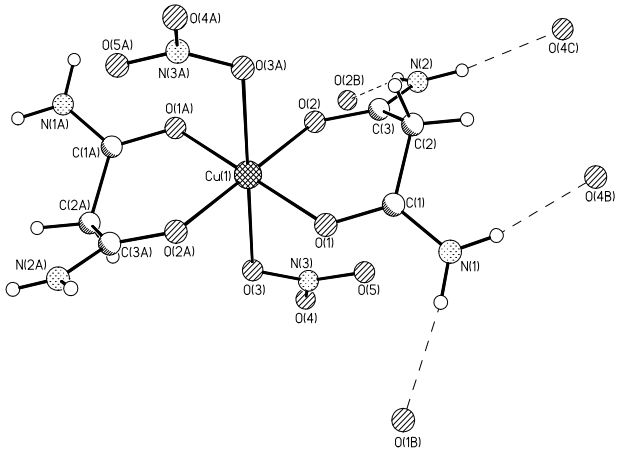


Рис. 4. ***Молекулярная структура бисмалондиамиднитрата меди (II)***

Данные рентгеноструктурного анализа однозначно подтверждают, что лиганд координируется с ионом меди (II) через атом кислорода карбонильной группы.

Были проведены физиологические опыты с бисмалондиамиднитратом меди (II) $Cu(NO_3)_2{\cdot}2CH_2(CONH_2)_2$ путем замачивания семян яровой пшеницы сорта «Московская-35» в лабораторных и полевых условиях. Установлено, что применение данного соединения увеличивает всхожесть, скорость прорастания и урожайность испытанной культуры.

Резюме. Вновь полученное соединение – бисмалондиамиднитрат меди (II) образуется за счет координации иона меди (II) с атомом кислорода карбонильной группы малондиамида. Выяснено, что данный комплекс является стимулятором роста растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аносов, В. Я.* Основы физико-химического анализа / В. Я. Аносов, М. И. Озерова, Ю. Я. Фиалков. – М. : Наука, 1978. – 504 с.

2. *Пейве, Я. В.* Микроэлементы – регуляторы жизнедеятельности и продуктивности растений / Я. В. Пейве. – Рига : Зинатне, 1971. – 249 с.

3. *Радцева, Г. Е.* Физиологические аспекты действия химических регуляторов роста на растения / Г. Е. Радцева, В. С. Радцев. – М. : Наука, 1982. – 147 с.

4. *Татарский, В. Б.* Кристаллооптика и иммерсионный метод / В. Б. Татарский. – М. : Недра, 1965. – 306 с.

5. *Школьник, М. Я.* Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л. : Наука, 1974. – 324 с.

6. *Ershov, M. A.* Bis (malonamide–k^2 O,O′) bis (nitrato–kO) copper (II) / M. A. Ershov, V. G. Skvortsov, Yu. Yu. Pilchikova, O. V. Koltsova, K. Yu. Suponitsky // Acta Gryst. – 2006. – E. 62. – m3073–m3075.

УДК 37.035.461

ВОЗМОЖНОСТИ FLASH-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ

POSSIBILITIES OF FLASH-TECHNOLOGIES FOR CREATION OF TRAINING PROGRAMS

Н. В. Софронова

N. V. Sofronova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Статья посвящена проблеме разработки обучающих программ. Автор на основе собственного опыта преподавания дисциплины «Основы Flash-технологий для создания обучающих программ» для студентов специальности «Учитель информатики, математики» описывает возможности Flash-технологий для создания программных средств учебного назначения.

Abstract. The article is devoted to the problem of creating training programs. On the basis of her experience of teaching the module «Bases Flash of technologies for creation of training programs» for the students of the degree course «The teacher of computer science, mathematics» the author describes possibilities of using Flash-technologies for creation of educational programs.

Ключевые слова: *обучающие программы, Flash-технологии, обучение будущих учителей.*

Keywords: *training programs, Flash-technologies, training of future teachers.*

Актуальность исследуемой проблемы. Обусловлено повсеместное распространение Flash-технологий и их большие возможности, в том числе для разработки обучающих программ.

Материал и методика исследований. В статье описаны технологии разработки обучающих программ в программной среде Adobe Flash.

Результаты исследований и их обсуждение. Macromedia Flash MX (ныне Adobe Flash) изначально была разработана с целью создания эффективных мультимедийных роликов для размещения в Интернете. Под эффективностью понимали прежде всего простоту разработки и «легкость» (малый объем памяти) анимационных роликов. Идея оказалась настолько удачной, что сегодня Flash-роликов в Интернете больше, чем любых других вместе взятых. Безусловно, такая популярная технология не могла не привлечь внимания в аспекте разработки обучающих программ.

В Чувашском государственном педагогическом университете им. И. Я. Яковлева спецкурс «Основы Flash-технологий для создания обучающих программ» для студентов специальности «Учитель информатики, математики» автор читает с 2006 года. В данной статье приведем несколько наиболее типичных примеров создания обучающих программ на основе использования Flash-технологий.

Пример 1. Создание игры «Пазлы».

Игра имеет обучающий характер, поскольку собирать из кусочков можно не только абстрактные картинки, но и методически ценные фрагменты (например, карты и пр.). При запуске swf-ролика появляется целая картинка, состоящая из пазлов. После нажатия на кнопку «Начать игру» пазлы «разлетаются» (рис. 1). Их надо перетаскиванием собрать в картинку.

```
on (press) {
        startDrag(this);
}
on (release) {
        stopDrag();
}
```

Скрипт 1

Выполнение.

Через File-Import – Import to library в редактор добавляется растровая картинка. Ее надо разместить на рабочем поле и дважды выполнить Modify-Break Apart. Картинка будет разбита на пиксели. Картинку надо разделить на пазлы с помощью инструмента «лассо». Каждый пазл преобразовать в символ. Для этого выделить нужный пазл, вызвать контекстное меню и выбрать «Convert to Symbol». Выбрать «Movie clip». Таким образом, каждый пазл – это movie clip, которому надо задать скрипт 1.

```
on (release) {
        play();
}
```

Скрипт 2

Чтобы начать игру, надо поставить кнопку и скрипт на первый кадр. Кнопке надо присвоить скрипт 2, а первому кадру – gotoAndStop(1).

Пример 2. Задание на соответствия.

Под заданиями на соответствие мы понимаем задания, в которых надо установить определенный элемент на определенное место. Например, установить логическое соответствие, или разместить команды в блок-схеме, или заполнить ячейки таблицы, или подписать устройства компьютера.

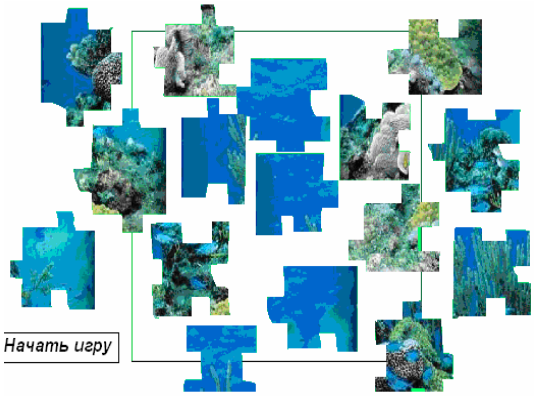


Рис. 1. ***«Разбросанные» пазлы***

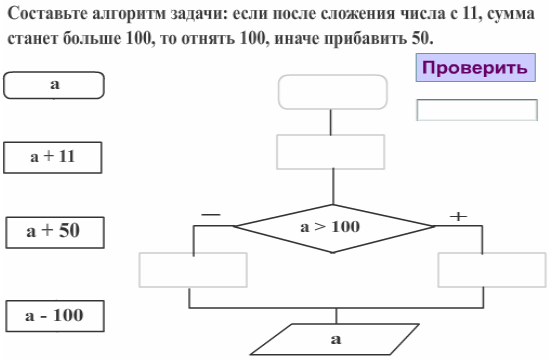


Рис. 2. ***Установить команды в блок-схеме***

Все задания структурно одинаковые. Есть элементы, которые перемещают, есть элементы, с которыми совмещают, кнопка проверки, окно вывода результата. Разберем более подробно пример с блок схемой (рис. 2).

Блоки, которые надо переместить (a, a+11, a+50, a-100), – это movie clips. Они имеют имя blok1, blok2, blok3, blok4 соответственно. Каждый из них имеет похожий скрипт, отличающийся местом, на которое возвращается блок при неправильном размещении (скрипт 3). В приведенном примере блок возвращается на место, верхний левый угол которого имеет координаты x=20, y=100.

Элементы, с которыми совмещают, это тоже movie clips. Они имеют имя mesto1, mesto2, mesto3, mesto4. Это можно увидеть в выше приведенном скрипте. Сами элементы скрипт не имеют.

Окно для вывода результата – это компонент TextInput, который в нашем примере имеет имя vivod. Наконец, кнопка проверки. Кнопка имеет скрипт 4, имя кнопке можно не присваивать.

Временная шкала в приведенном примере состоит из одного кадра, можно в несколько слоев.

```
on (release) {
        myArray = new Array();
    myArray.push("Правильно");
    myArray.push("Ошибка");
        if((_root["mesto1"].hitTest(_root["blok
1"]))&&(_root["mesto2"].hitTest(_root["blok2
"]))&&(_root["mesto3"].hitTest(_root["blok3"]
))&&(_root["mesto4"].hitTest(_root["blok4"]))
) {
                vivod.text = myArray[0];
        } else {
                vivod.text = myArray[1];
}
}
```

Скрипт 4

```
on (press) {
startDrag(this);
}
on (release) {
stopDrag();
if (eval(this._droptarget) == mesto1)
{this._x = 20;
this._y = 100;
}
}
```

Скрипт 3

Задание и необходимые картинки рисуют обычными средствами Flash.

Пример 3. Тесты на основе шаблона.

Тесты занимают достаточно значимое место среди обучающих программ. Мы не будем останавливаться на видах тестов и их особенностях. Заметим, что задания на соответствия тоже можно отнести к тестам, если поставить счетчик правильно выполненных заданий.

Во Flash есть специальные шаблоны для создания тестов. Шаблон включает все возможные варианты тестового опроса: закрытого и открытого типа на соответствия. Для работы с шаблоном надо выбрать в первом окне (до входа в редактор) Form Applications – Quiz. Нами был разработан пробный тест по всем разделам шаблона. Первое задание на соответствия. Здесь можно заменить картинки на собственные, причем они могут быть анимационные (movie clips). После каждого ответа надо проверить правильность, иначе система не пропустит к следующему заданию.

Второе задание открытого типа. Естественно, вопрос должен быть сформулирован так, чтобы ответ был однозначным.

Следующие два задания на выбор правильного ответа. В шаблоне записано, что правильный ответ под номером 4. Его можно поставить в любое место.

Следующий тип заданий шаблона – это выбор нескольких правильных ответов. И последнее задание – вопрос, предполагающий альтернативный ответ: да – нет. Последним слайдом выходит итоговый результат: общее количество вопросов и количество правильных ответов. Шаблон открывается в редакторе Flash и количество кадров с заданиями нужного типа можно дублировать нужное количество раз.

```
on (release) {
   numRight++;
        soundfx.stop();
        soundfx = new Sound();
        soundfx.attachSound("ri
ght");
        soundfx.start();
        _root.nextFrame();
}
```

Скрипт 5

Пример 4. Тесты закрытого типа.

Естественно, тесты можно разрабатывать самостоятельно. Рассмотрим пример теста «Викторина», состоящего из вопросов закрытого типа. Тест состоит

из нескольких слайдов (кадров), которые оформляются структурно одинаково (рис. 3).

Каждый кадр содержит вопрос, возможные варианты ответов, окно-счетчик, кнопки (в нашем случае озвученные для правильного и неправильного ответов разными мелодиями). Приведем пример скрипта 5 для правильного ответа (мелодия right). Кроме того, скрипт содержит строчку подсчета количества правильных ответов: numRight++. Для кнопки с неправильным ответом такой строчки нет. Компонент numRight обнуляется вместе с компонентом questionNum при выводе первого вопроса:

```
questionNum = 0;
numRight = 0;
```

Каждый кадр имеет скрипт, выводящий вопросы и варианты ответов в соответствующе поля (компоненты TextArea с именами Question и Answer):

```
stop();
  // Отображаем вопросы и ответы на экране.
        question.text = "Какой метод сортировки данных массива применен в программе на языке Pascal?";
        answer0.text = "метод выборки";
        answer1.text = "метод обмена («пузырек»)";
        answer2.text = "сортировка распределением";
        answer3.text = "сортировка включением";
        //Выводим номер ответа.
        questionNum++;
        questionNumDisplay.text = questionNum+1;
```

Скрипт 6

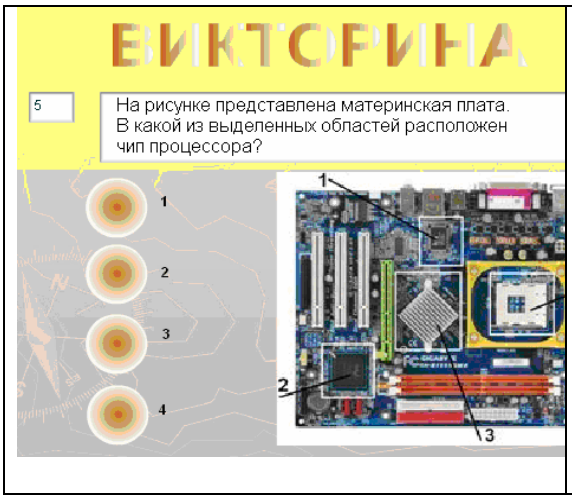
Компонент questionNumDisplay выводит номер вопроса.

Вывод результатов теста осуществляется в последнем кадре теста как значение компонента itog (textArea): stop(); itog.text = numRight.

Пример 5. Коллективное выполнение проектов во Flash.

Коллективная организация деятельности на уроке имеет свои неоспоримые особенности. Во-первых, как правило, это необычно, а значит – интересно. Во-вторых, есть возможность проявить себя в посильном труде и получить удовлетворение от совместно выполненной работы. В-третьих, ученическое взаимодействие в процессе коллективного труда готовит учащихся к совместному труду в дальнейшей профессиональной деятельности. В качестве примера можно рассмотреть игру «Инфоландия». Суть игры похожа на настольные игры. Есть маршрут, который надо пройти, передвигая фишки. Перемещение зависит от правильности ответа на вопросы, которые звучат при нажатии на кнопки в виде различных сказочных персонажей. Эта игра очень проста в технологическом плане, и ее можно рекомендовать для разработки учащимися 5–7 классов, которые на уроках информатики изучают Flash.

Игра состоит из следующих основных компонентов: 1) фон-растровый рисунок; 2) фишки-movie clips со скриптом 1; 3) кнопки – сказочные персонажи, которые создают учащиеся самостоятельно; 4) кнопка с ответами; 5) при желании можно разместить кнопку с перечислением учащихся, принявших участие в проекте.



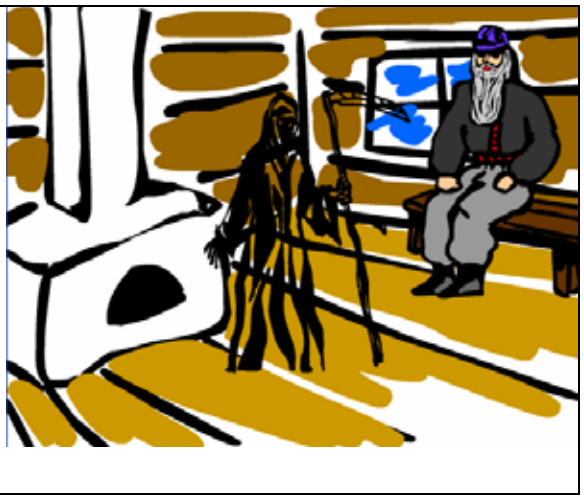


Рис. 3. ***Кадр, содержащий графические задания*** **Рис. 4.** ***Чувашская сказка «Старик и смерть»***

Еще один вариант организации коллективного проекта – карта республики или области. Очевидно, что такой проект имеет большое воспитательное значение. Между учащимися распределяют районы. Они создают кнопки, внешний вид которых совпадает с контурами района, а при нажатии появляется информация о районе. Можно кнопки сделать в виде кружочков – центров района, главное – не перепутать при расстановке на карте.

Большой коллективный проект можно организовать на основе html-документа, компонентами которого будут swf-ролики. Студентами специальности «Учитель информатики, математики» был разработан проект «Приключения Инфознайки» на основе заданий всероссийской дистанционной игры-конкурса «Инфознайка». В проекте по аналогии с игрой выделено несколько уровней для учащихся с 1 по 11 классы. Инфознайка попадает в разные места: лес, горы, подводный мир, встречает обитателей этих миров, которые задают ему вопросы-задачки, и он, отвечая, продвигается к цели.

Все swf-ролики – либо короткие сюжетные ролики, либо слайд, содержащий вопросы закрытого типа. Переходы между роликами осуществляются с помощью кнопок.

Мультфильм – любимое зрелище для детей с самого младшего возраста. Став более взрослыми, дети с удовольствием сами создают мультфильмы. Flash для этого – самый удобный программный продукт. Поскольку сюжетный мультфильм – это достаточно большая объемная работа, его можно разделить на несколько составляющих. Так, любой персонаж занимает несколько позиций: стоит, говорит, идет и т. д. Можно создать один рисунок персонажа, а затем раздать его нескольким ученикам для анимации отдельных позиций. Другие учащиеся будут заниматься озвучкой. Еще надо подобрать фоновый звук, фоновые рисунки. Наконец, кто-то должен собрать все это в законченный мультфильм.

Студентами на спецкурсе, а так же учащимися старших классов было разработано много разных мультфильмов. Поскольку Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева готовит кадры для работы в национальных школах и находится в Чувашской Республике, студенты создают мультфильмы и на чувашском языке по мотивам чувашских сказок (рис. 4).

Резюме. Возможности Flash для создания обучающих программ практически не ограничены. Считаем, что анимацию можно изучать уже на общеобразовательном уровне, а для этого надо обучать студентов – будущих учителей информатики.

УДК 612.823:598.816

ЦИТОАРХИТЕКТОНИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛЯ HYPERPALLIUM APICALE КОНЕЧНОГО МОЗГА РАЗНЫХ ВИДОВ ПТИЦ

THE CYTOARHITEKTONIC ORGANIZATION OF THE HYPERPALLIUM APICALE FIELD OF THE END BRAIN OF DIFFERENT SPECIES OF BIRDS

Н. М. Табакова

N. M. Tabakova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» г. Чебоксары

Аннотация. Плотность основных структурных элементов нервной ткани конечного мозга птиц, площадь сомы морфотипов нейронов и нейроглиальных комплексов, полиморфизм нервных клеток связаны с видовой и половой принадлежностью.

Abstract. The density of the basic structural elements of neural tissue of the end brain of birds, the area of soma of morphotypes of neurons and nevronglia complexes, polymorphism of nervous cages are connected with the species and sex.

Ключевые слова: *конечный мозг, плотность распределения, сома, морфотип, нейрон, глия, нейроглиальный комплекс.*

Keywords: *telencephalon, density of distribution, a catfish, soma, neuron, a glia, a neuronglia complex.*

Актуальность исследуемой проблемы. Важнейшим компонентом развития нервной системы позвоночных животных является вариабельность признаков на анатомическом, гистологическом и клеточном уровнях строения мозга [2], [3], [4], [7], [8].

В нейроморфологической литературе рассматривается формирование конечного мозга птиц и млекопитающих как итог двух самостоятельных линий прогресса высших интегративных центров, разошедшихся на уровне рептилий [3].

Несмотря на разный тип цитоархитектонической организации птиц и млекопитающих, они имеют сходный путь формирования в эмбриогенезе [9], [10], [12]. В то же время характерны различия в ином направлении миграции нейробластов [11].

Если по морфологическим особенностям переднего мозга отдельных видов птиц (голубь сизый, курица домашняя, утка домашняя, галка, ворона серая, сорока, мухоловка-пеструшка, воробей домовой, синица большая и др.) имеются достаточные научные сведения [1], [5], [6], то данных по цитоархитектонической организации конечного мозга перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой крайне недостаточно. Следовательно, изучение количественно-качественного состава основных структурных элементов нервной ткани конечного мозга этих птиц является актуальным.

В этой связи целью работы явилось исследование особенностей цитоархитектоники поля Hyperpallium apicale (Ha) конечного мозга перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой.

Материал и методы исследований. Проводили исследования 30 экземпляров конечного мозга 3 видов птиц: отряд Стрижеобразные (*Apodiformes*), семейство Настоящие стрижи *(Apodidae),* вид черный стриж (*Apus apus);* отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*), семейство Ласточковые (*Hirundinidae),* вид береговая ласточка (*Riparia riparia);* отряд Курообразные (*Galliformes*); семейство Фазановые *(Phasianidae),* вид перепел обыкновенный (*Coturnix coturnix)*. Для изучения особенностей цитоархитектоники конечного мозга использовали по 5 экземпляров самцов и самок каждого вида птиц.

Для проведения лабораторных исследований использовали взрослых половозрелых особей с нормальным телосложением. Гистологические исследования мозга птиц проводились после декапитации, которая осуществлялась в лабораторных условиях. Мозг птиц фиксировали в 76 %-м этиловом спирте с последующей обработкой по стандартной методике Ниссля. Каждый десятый срез (20 мкм) окрашивали крезиловым фиолетовым (Б. Роймес, 1954).

Фотографирование микропрепаратов производили с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» с переходником «Carl Zeiss» и микроскопа «Микмед-2». Для сравнительного анализа были выбраны следующие параметры: общая плотность распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов; площадь нейронов и нейроглиальных комплексов; разнообразие классов нейронов.

Определение площади нейронов и нейроглиальных комплексов проводили с использованием программы «Sigma Scan Pro 5.0»

Результаты исследований и их обсуждение. При изучении микропрепаратов поля Hyperpallium apicale конечного мозга самцов и самок перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой нами выявлено, что общая плотность распределения одиночных нейронов самок больше, чем у самцов (соответственно 1775,09±74,30 против 1635,65±54,32 кл./мм^2; 2876,30±76,23 против 2702,39±76,23; 2509,26±224,79 против 1953,70±248,02 кл./мм^2). Достоверные межполовые различия по данному показателю обнаружены у перепела обыкновенного и стрижа черного ($P<0,01$).

Установлено, что у самцов изученных птиц доля веретеновидных, пирамидных и звездчатых нейронов от общей плотности распределения нейронов поля Hyperpallium apicale конечного мозга составила соответственно 49,83, 40,67 и 9,50 % у перепела обыкновенного; 55,92, 27,73 и 16,35 % – у стрижа черного; 69,44, 15,31 и 15,25 % – у ласточки береговой.

Аналогичная тенденция выявлена у самок исследованных видов. Так, в поле Hyperpallium apicale стриатума доля веретеновидных, пирамидных и звездчатых нейронов от общей плотности распределения нейронов составила соответственно 46,54, 41,61 и 11,85 % у перепела обыкновенного; 69,68, 18,20 и 12,12% – у стрижа черного; 51,11, 33,21 и 15,68 % – у ласточки береговой. Достоверные межполовые различия отмечены по плотности распределения веретеновидных нейронов у стрижа черного ($P<0,01$), пирамидных – перепела обыкновенного и ласточки береговой ($P<0,01$, 0,05), звездчатых нейронов – перепела обыкновенного ($P<0,01$).

В результате исследования поля Hyperpallium apicale установлено, что у перепела обыкновенного по сравнению с другими изученными птицами выявлено меньшее разнообразие классов нейронов (соответственно 8–12).

В поле Hyperpallium apicale у самцов и самок превалировали типичные веретена, доля которых от общей плотности распределения веретеновидных клеток составила 96,76 и 98,66 % у перепела обыкновенного, 82,50 и 88,29 % – у стрижа черного, 88,56 и 85,20 % – у ласточки береговой. Остальную долю от общей плотности распределения веретеновидных нейронов составил класс смещенных веретен.

Анализ плотности распределения пирамидных нейронов в поле Hyperpallium apicale показал, что плотность распределения классов мезоморфных, брахиоморфных и трапециевидных пирамидных нейронов самок доминировала над самцами у перепела обыкновенного на 18,99, 1,59 и 25,19 %; у стрижа черного – на 51,11, 34,44 и 26,69 %; у ласточки береговой – на 27,42, 49,23 и 26,41 %.

Доля классов треугольных, четырехугольных, многоугольных и грушевидных звезд от общей плотности распределения звездчатых клеток самцов и самок составила соответственно 14,49, 25,82, 34,46 и 25,23 % против 9,35, 31,82, 39,84 и 18,99 % у перепела обыкновенного; 34,53, 38,23 и 27,24 % против 44,34, 39,15 и 16,51 % – у стрижа черного, при этом у данного вида класс многоугольная звезда отсутствует (Cm); 18,84, 46,38 и 34,78 % против 35,29, 24,71 и 40,00 % – у ласточки береговой, с отсутствием класса грушевидная звезда (Cp). Причем если у перепела обыкновенного и стрижа черного наблюдалась межполовая достоверная разница по классам четырехугольная звезда (C4) и многоугольная звезда, то у ласточки береговой – по классу треугольная звезда (C3) ($P<0,01$).

Таким образом, у ласточки береговой и стрижа черного по сравнению с перепелом обыкновенным выявлена большая доля всех типов нейронов, за исключением пирамидных клеток.

При изучении микропрепаратов поля Hyperpallium apicale конечного мозга самцов и самок перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой нами выявлено, что общая плотность распределения одиночных нейронов самок больше, чем у самцов (соответственно 1775,09±74,30 против 1635,65±54,32 кл./мм^2; 2876,30±76,23 против 2702,39±76,23; 2509,26±224,79 против 1953,70±248,02 кл./мм^2). Достоверные межполовые различия по данному показателю обнаружены у перепела обыкновенного и стрижа черного ($P<0,01$).

В ходе исследований отмечено, что в поле Hyperpallium apicale конечного мозга самцов изученных птиц доля веретеновидных, пирамидных и звездчатых клеток от общей плотности распределения нейронов составила соответственно 49,83, 40,67 и 9,50 % у перепела обыкновенного; 55,92, 27,73 и 16,35 % – у стрижа черного; 69,44, 15,31 и 15,25 % – у ласточки береговой.

Аналогичная тенденция выявлена у самок исследованных видов. Так, в поле Hyperpallium apicale стриатума доля веретеновидных, пирамидных и звездчатых нейронов от общей плотности распределения нейронов составили соответственно 46,54, 41,61 и 11,85 % у перепела обыкновенного; 69,68, 18,20 и 12,12 % – у стрижа черного; 51,11, 33,21 и 15,68 % – у ласточки береговой. Достоверные межполовые различия отмечены по плотности распределения веретеновидных нейронов у стрижа черного ($P<0,01$), пирамидных нейронов – перепела обыкновенного и ласточки береговой ($P<0,01$, 0,05), звездчатых нейронов – перепела обыкновенного ($P<0,01$).

Результаты исследования поля Hyperpallium apicale показали, что средняя площадь веретеновидных нейронов самцов больше, чем у самок перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой (соответственно 40,77±2,12 против 34,83±3,38 мкм^2;

32,38±5,05 против 28,18±1,41; 44,75±4,03 против 40,79±2,05 мкм^2). Достоверные межполовые различия по данному показателю были отмечены только у перепела обыкновенного (P<0,05).

Выявлено, что если по площади пирамидных нейронов достоверная доминантность обнаружена только у самцов перепела обыкновенного (64,56±2,68 против 53,06±3,29 мкм^2, P<0,01), то у стрижа черного и ласточки береговой достоверных межполовых различий по данному показателю не установлено (57,69±1,37 против 49,86±2,08 мкм^2; 70,02±6,52 против 65,91±7,06 мкм^2 соответственно). Площадь звездчатых нейронов самок всех изучаемых видов птиц была меньше, чем у самцов. Так, если у перепела обыкновенного и стрижа черного межполовые различия по данному показателю были достоверны (64,56±3,58 против 54,20±3,34 мкм^2; 59,16±2,21 против 49,41±2,11 мкм^2, P<0,01), то у ласточки береговой различия по данному параметру были недостоверны (56,60±4,39 против 51,26±4,94 мкм^2).

При анализе общей плотности распределения глии в поле Hyperpallium apicale установлено, что у самок исследуемых видов птиц количество глии на мм^2 превышает таковую самцов: у перепела обыкновенного – на 6,54 %; у стрижа черного – на 11,7 %; у ласточки береговой – на 17,99 %. Достоверные различия по данному параметру не установлены.

Установлено, что в поле Hyperpallium apicale общая плотность распределения нейроглиальных комплексов (НГК) у самцов и самок стрижа черного, ласточки береговой выше, чем у перепела обыкновенного на 39,27 и 42,06, 34,77 и 47,21 %.

Если общая плотность распределения нейроглиальных комплексов (НГК) самцов перепела обыкновенного и стрижа черного была выше, чем у самок изучаемых видов птиц на 29,47 и 12,45 кл./мм^2, то у ласточки береговой количество НГК было больше у самок, нежели у самцов на 296,30 кл./мм^2.

Следует отметить, что в поле Hyperpallium apicale самок и самцов перепела обыкновенного в отличие от других изучаемых видов птиц обнаружены лишь мелкие (НГК1) и средние (НГК2) нейроглиальные комплексы. Так, если у самцов на доли НГК1 и НГК2 от общей плотности распределения НГК приходится 47,68 и 52,32 %, то у самок – 54,59 и 45,41 %.

В то же время у стрижа черного и ласточки береговой отмечены все три класса НГК (НГК1, НГК2, НГК3), доля которых от общей плотности распределения составила: у самки стрижа черного – 49,98, 41,16, 8,86 %, самца – 45,44, 47,11, 7,45 %; у самки ласточки береговой – 60,93, 25,58, 13,49 %, самца – 68,21, 19,87, 11,92 %.

При изучении средней площади НГК1 и НГК2 перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой выявлена доминантность показателей самца.

Установлено, что у самок стрижа черного, ласточки береговой площадь НГК3 превалировала над таковой самцов (19,78 мкм^2 и 4,13 мкм^2 соответственно). Достоверных межполовых различий по данному показателю не выявлено.

Резюме. Установлено, что плотность распределения основных структурных элементов нервной ткани конечного мозга, площадь сомы разных морфотипов нейронов и классов нейроглиальных комплексов, морфотипы нервных клеток, доля звездчатого типа нейронов максимальными были у обоих полов ласточки береговой, минимальными – у перепела обыкновенного; средние значения по отмеченным микроморфологическим параметрам имел стриж черный.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеева, Н. В.* Цитоархитектоника межполушарной асимметрии конечного мозга птиц : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.25 / Н. В. Алексеева. – Чебоксары, 2008. – 23 с.

2. *Белехова, М. Г.* Новое представление о стрио-паллидарной системе домлекопитающих животных / М. Г. Белехова // Успехи физиол. наук. – 1986. – № 2. – С. 55–76.

3. *Богословская, Л. С.* Пути морфологического прогресса нервных центров у высших позвоночных / Л. С. Богословская, Г. И. Поляков. – М. : Наука, 1981. – 159 с.

4. *Воронов, Л. Н.* Морфофизиологические закономерности совершенствования головного мозга и других органов птиц / Л. Н. Воронов. – М. : МГУ, 2003. – 210 с.

5. *Воронов, Л. Н.* Эволюция поведения и головного мозга птиц / Л. Н. Воронов. – Чебоксары : ЧГПУ, 2004. – 278 с.

6. *Голубева, Т. Б.* Развитие фоторецепторных клеток сетчатки и нейронов Wulst у птенцов мухоловки-пеструшки / Т. Б. Голубева, Л. В. Зуева, Е. В. Корнеева, Т. В. Хохлова // Орнитология. – 2001. – Вып. 29. – С. 188–202.

7. *Обухов, Д. К.* Эволюционная морфология конечного мозга позвоночных / Д. К. Обухов. – СПб. : Знак, 1999. – 203 с.

8. *Сепп, Е. К.* История развития нервной системы позвоночных / Е. К. Сепп. – М. : Медгиз, 1959. – 428 с.

9. *Redies, C.* Cadherin expression by embryonic divisions and derived gray matter structures in the telencephalon of the chicken / C. Redies, L. Medina, L. Puelles // J. Comp. Neurol. – 2001. – Vol. 438. – P. 253–285.

10. *Reiner, A.* Structural and functional evolution of the basal ganglia in vertebrates / A. Reiner, L. Medina, C. L. Veenman // Brain Res. – 1998. – Vol. 28. – P. 235–285.

11. *Striedter, G. F.* The vocal control pathways in budgerigars differ from those in songbirds / G. F. Striedter // J. Comp. Neurol. – 2000. – Vol. 343. – P. 35–56.

12. *Puelles, L.* Pallial and subpallial derivatives in the embryonic chick and mouse telencephalon, traced by the expression of the genes Dlx-2, Emx-1, Nkx-2.1, Pax-6, and Tbr-1 / L. Puelles, E. Kuwana, E. Puelles, A. Bulfone, K. Shimamura et al. // J. Comp. Neurol. – 2000. – Vol. 424. – P. 409–438.

УДК 537.638.22

ИННОВАЦИОННОЕ ЯВЛЕНИЕ СДВИГА МАГНИТНЫХ ПОТОКОВ ПО ФАЗЕ И АМПЛИТУДЕ

INNOVATION PHENOMENON OF MAGNETIC FLUXES IN PHASE AND AMPLITUDE

И. А. Тимофеев

I. A. Timofeev

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Выявлены закономерности фазо-амплитудного явления сдвига магнитных потоков в сердечнике магнитной системы при дискретном прессовании магнитных систем. Получены принципиально новые данные, развиты теоретические представления при исследовании матричной формализации процесса прессования слоистых магнитных материалов. Показана эффективность предложенной конструкции. Результаты выполненных исследований могут явиться существенным вкладом в развитие физики магнетизма.

Abstract. The regularity of the phase-amplitude phenomenon of magnetic flux displacement in the magnet core with the discrete compression of magnetic systems has been revealed. The new data have been obtained, and the new theoretic conceptions have been developed while investigating the matrix formalization of the compressing process of layered magnetic material. The efficiency of the introduced construction has been demonstrated. The results of the current investigation can be an essential contribution to the physics, of magnetism.

Ключевые слова: *инновационное явление, порошковая металлургия, магнитный поток, прессование, фаза, амплитуда.*

Keywords: *innovation phenomenon, powder metallurgy, magnetic flux, pressing, phase, amplitude.*

Актуальность исследуемой проблемы. В связи с продолжением совершенствования существующих и промышленным освоением новых магнитных систем, а также в связи с расширением номенклатуры, объема и программы применяемых магнитных систем вопросы дальнейшего их исследования не теряют актуальности.

Особенности изготовления электромагнита переменного тока вызваны наличием на расщепленном полюсе детали короткозамкнутого витка, предназначенного для осуществления такого сдвига фаз и соответственно для устранения вибрации якоря во включенном состоянии [5]. При эксплуатации электромагнита переменного тока указанный короткозамкнутый виток оказывается ненадежной деталью: часто происходит ее выпадение или преждевременная поломка и электромагнит перестает функционировать.

Материал и методы исследования. Исследованию были подвергнуты прессованные магнитные системы, изготовленные конструктивно для промежуточного электромагнитного реле РПУ-1. Определение магнитных характеристик осуществлялось индукционным мето-

дом и регламентируется ГОСТ 12119. Изучение магнитных свойств производилось с помощью звукового генератора Г3-34 при частоте 50 Гц. Магнитные измерения производились методом амперметра-вольтметра. В качестве амперметра применяли электронный миллиамперметр типа Ф-563, а в качестве вольтметра – электронный вольтметр типа Ф-534.

При создании модели кристаллизации и рекристаллизации сплава был применен метод математического моделирования и выбран метод Монте-Карло [10].

Для проведения исследований был установлен один датчик с числом измерительных витков, равным трем, на первый прессованный слой Ш-образного сердечника, где было применено давление 2450±90 МПа, а второй датчик с таким же числом измерительных витков был установлен на второй смежный прессованный слой, где было применено давление 2250±80 МПа. Аналогичные исследования были повторены на других смежных слоях.

Исследование фазового сдвига магнитных потоков производили методом измерения линейной развертки при подаче напряжений на входы каналов вертикального отклонения двухлучевого осциллографа типа С1-83 [6].

Результаты исследований и их обсуждение.

Введение в теорию. Рассмотрим случай, когда отдельный слоистый лист пронизывает переменный синусоидальный магнитный поток Ф.

Расположим оси координат так, как показано на рис. 1, т. е. вектор Е параллелен оси O_x, вектор Н параллелен оси O_y, а вектор Пойнтинга направлен внутрь листа. Начало координат поместим в центре сечения листа. При h и l>>d электромагнитную волну можно считать плоской.

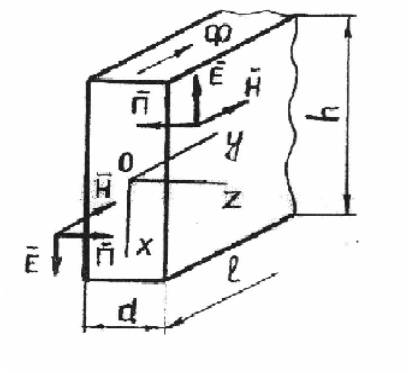


Рис. 1. ***Фрагмент проникновения электромагнитной волны в активный слой магнитопровода***

Расчет электромагнитного поля основывается на решении уравнений Масквелла при заданных граничных и начальных условиях. Уравнения Максвелла для переменного электромагнитного поля имеют вид:

$$\mathrm{rot}H = д = гE, \quad \mathrm{rot}E = -\frac{dB}{dt} = -\mu\frac{dH}{dt}. \qquad (1)$$

Из общеизвестных развернутых уравнений (1) по осям x, y, z выберем максимальные амплитуды, начальные фазы и, следовательно, комплексные амплитуды $\dot{E}_m$ и $\dot{H}_m$ функциями одной координаты z и найдем производные для напряженностей электрического и магнитного полей [3], [9]:

$$-\frac{d\dot{H}_m}{dz}=\gamma\dot{E}_m,\quad -\frac{d\dot{E}_m}{dz}=-j\omega\mu\dot{H}_m, \tag{2}$$

Произведя дифференцирование первого уравнения по z с учетом второго уравнения, найдем

$$\frac{d^2\dot{H}_m}{d^2z}=-j\omega\mu\gamma\dot{H}_m. \tag{3}$$

Общее решение этого уравнения с постоянными коэффициентами имеет вид [3], [9]

$$\dot{H}_m=A_1e^{-\alpha z}+A_2e^{+\alpha z}, \tag{4}$$

где корень характеристического уравнения $\alpha=\sqrt{j\omega\mu\gamma}$.

Учитывая, что $\sqrt{j}=\frac{1}{\sqrt{2}}(1+j)$, и обозначая волновое число $\kappa=\sqrt{\frac{\omega\mu\gamma}{2}}$, получим $\alpha=(1+j)\sqrt{\frac{\omega\mu\gamma}{2}}=(1+j)\kappa.$

Второй член в уравнении (4) принимаем A_2=0, так как напряженность не может расти до бесконечности, поэтому $\dot{H}_m=A_1e^{-\alpha z}$. Постоянную A_1 находим из условия z=0, при этом $A_1=\dot{H}_m$. Решение уравнения (4) имеет вид [3], [9]

$$\dot{H}_m=\dot{H}_m e^{-\kappa z}e^{-j\kappa z}. \tag{5}$$

Выражение для напряженности электрического поля находим из уравнения (2). Получаем

$$\dot{E}_m=\frac{1}{\gamma}(1+j)\kappa\dot{H}_m e^{-\kappa z}e^{-j\kappa z}, \tag{6}$$

так как $\frac{1}{\sqrt{2}}(1+j)=e^{j\frac{\pi}{4}}$ и $\frac{1}{\gamma}(1+j)\kappa=\sqrt{\frac{\omega\mu}{\gamma}}e^{j\frac{\pi}{4}}$.

Волновое сопротивление для слоистого листа оказывается комплексным и равным

$$z=\frac{\dot{E}_m}{\dot{H}_m}=\frac{(1+j)\kappa}{\gamma}=(1+j)\sqrt{\frac{\omega\mu}{2\gamma}}. \tag{7}$$

При монодискретном прессовании магнитопроводы выполняли в виде периодически прессованных пакетов, причем каждый слой, начиная с первого, прессовали с последовательным уменьшением усилия прессования так, что давление на каждый последующий слой отличалось от предыдущего на постоянную величину, а после каждого слоя для образования диэлектрической прослойки путем аэрозольного напыления наносили изолирующий материал [2]. Величину давления прессования, соответствующую m-му дискретному слою, можно рассчитать по формуле:

$$P_{ij}=P_{11}-\Delta P(m-1), \tag{8}$$

где P_{ij} – давление прессования j-го слоя;

P_{11} – давление прессования 1-го слоя;

ΔP – снижение давления: $\Delta P \in (-\infty; 0) \bigcup (0; +\infty)$;

i – номер пакета магнитопровода, i=1, 2, .., n;

j – номер слоя пакета, j=1, 2, …, m.

Величину снижения давления можно изменять в широких пределах.

Монодискретное прессование магнитопровода осуществляется при следующих элементах матричной схемы:

элементы строк:

$$\left|\begin{array}{lllllll} P_{11} > & P_{12} > & P_{13} > & \dots > & P_{1j} > & P_{1m} \\ P_{21} > & P_{22} > & P_{23} > & \dots > & P_{2j} > & P_{2m} \\ P_{31} > & P_{32} > & P_{33} > & \dots > & P_{3j} > & P_{3m} \\ \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots \\ P_{i1} > & P_{i2} > & P_{i3} > & \dots > & P_{ij} > & P_{im} \\ \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots \\ P_{n1} > & P_{n2} > & P_{n3} > & \dots > & P_{nj} > & P_{nm} \end{array}\right. \qquad (9)$$

элементы столбцов:

$$\left|\begin{array}{lllllll} P_{11} = & P_{21} = & P_{31} = & \dots = & P_{i1} = & P_{n1} \\ P_{12} = & P_{22} = & P_{32} = & \dots = & P_{i2} = & P_{n2} \\ P_{13} = & P_{23} = & P_{33} = & \dots = & P_{i3} = & P_{n3} \\ \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots \\ P_{1j} = & P_{2j} = & P_{3j} = & \dots = & P_{ij} = & P_{nj} \\ \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots \\ P_{1m} = & P_{2m} = & P_{3m} = & \dots = & P_{im} = & P_{nm} \end{array}\right. \qquad (10)$$

При решении вопросов спекания магнитопровода была использована теория Г. Эринга и М. Поляни (теория абсолютных скоростей реакций) [4] и закон П. Лапласа (теория стягивания твердых частиц, обусловленное капиллярным давлением) [1].

Объект исследования. Для проведения исследований разработаны магнитные системы, изготовленные по методу порошковой металлургии, состоящие конструктивно из Ш-образного сердечника и якоря прямоугольной призматической формы [8].

Особенность разработанной критической технологии дискретного прессования магнитопровода состоит в том, что его сердечник и якорь для реле типа РПУ-1 прессуют из порошковой шихты 3 % Si и 97 % Fe в виде периодически прессованных пакетов, эта технология отличается тем, что прессование каждого пакета магнитопровода проводят при давлениях, начиная с 2450$\pm$90 МПа и кончая 550$\pm$20 МПа, причем при переходе от слоя к слою давление прессования последовательно уменьшают на 200$\pm$10 МПа, а после каждой операции прессования наносят изолирующий материал путем аэрозольного распыления.

Сердечник магнитопровода выполнен следующих номинальных размеров: общая длина составляла 48 x 10^{-3} м, общая высота – 32 x 10^{-3} м. При этом ширина двух крайних кернов составляла по 7 x 10^{-3} м каждый, ширина среднего керна – 10 x 10^{-3} м, высота перемычки в основании сердечника для проведения магнитного потока от среднего керна к крайним кернам равнялась 6 x 10^{-3} м.

Якорь магнитопровода выполнен следующих номинальных размеров: общая длина составляла 48 х 0^{-3} м, общая высота – 6 х 10^{-3} м. Якорь и сердечник выполнены одинаковой толщины, равной 14 х 10^{-3} м, имели по 28 слоев, толщиной 0,5 х 10^{-3} м каждый. Ширина окна магнитопровода для установки катушки на средний керн равна 12 х 10^{-3} м. Якорь и сердечник были установлены в обойму корпуса реле РПУ-1.

Существующий сердечник от реле РПУ-1 на крайних кернах имеет два короткозамкнутых витка, изготовленных из латуни, каждый сечением (4,5 х 1,0) х 10^{-6} $м^2$ и длиной 54 х 10^{-3} м, а прессованная магнитная система тех же номинальных размеров не предусматривает установку таких витков. Поэтому на серийно выполненном реле РПУ-1 для установки короткозамкнутых витков на крайних кернах сердечника имеется прямоугольный паз длиной 5 х 10^{-3} м, шириной 2 х 10^{-3} м и глубиной 14 х 10^{-3} м.

Пример. Технология прессования сердечника и якоря была выполнена следующим образом. В матрицу пресс-формы, имеющей нижний пуансон, из бункера-питателя засыпают рассчитанную навеску шихты [10]. После заполнения шихтой внутренней полости матрицы пресс-формы и разравнивания слоя шихты питатель отводят в сторону и проводят прессование первого слоя магнитопровода верхним пуансоном при опускании плунжера пресса под давлением 2450$\pm$90 МПа. Затем поднимают верхний пуансон и в матрицу пресс-формы вводят диэлектрическую прослойку путем напыления слоя аэрозоля толщиной 40 мкм из пудры окиси магния. Далее в матрицу пресс-формы засыпают следующую дозу навески шихты и проводят прессование второго слоя магнитопровода под давлением 2250+80 МПа. Верхний пуансон поднимают и напыляют второй слой диэлектрической прослойки толщиной 40 мкм из пудры окиси магния. Следующие слои прессуют в том же порядке при давлениях 2050$\pm$75, 1850$\pm$70 МПа.

Операцию послойной засыпки второго пакета магнитопровода продолжают таким же образом, как и для первого пакета магнитопровода, прессование проводят при следующих давлениях: 1800$\pm$65, 1600$\pm$60, 1400$\pm$50, 1200$\pm$45 МПа.

Операцию послойной засыпки третьего пакета магнитопровода продолжают так же, как и для первого и второго пакетов магнитопровода, прессование проводят при следующих давлениях: 1150$\pm$40, 950$\pm$35, 750$\pm$30, 550$\pm$20 МПа.

После окончания прессования дискретно спрессованные сердечники и якоря выпрессовывают из пресс-форм и устанавливают на контейнеры. Контейнеры с деталями помещают в камерную печь сопротивления и спекают в вакууме 0,065 х 10^{-2} Па при температуре 1350$\pm$20 ^{0}С [7]. Затем проводят термообработку охлаждением образцов до температуры 850$\pm$20 ^{0}С со скоростью не более 100$\pm$5 ^{0}С в час, с температуры 850$\pm$20 ^{0}С до температуры 650$\pm$20 ^{0}С – со скоростью не более 50$\pm$5 ^{0}С в час, с температуры 650$\pm$20 ^{0}С до комнатной температуры – со скоростью 200$\pm$10 ^{0}С в час.

Сравнительному исследованию были подвергнуты существующие серийно изготовленные электромагнитные реле типа РПУ-1, магнитные системы которых изготовлены из электротехнической холоднокатаной анизотропной стали 3411 (Э-310) и на которых предусмотрены по два короткозамкнутых витка, и аналогичные по размерам прессованные магнитные системы, изготовленные по методу порошковой металлургии, но без установки короткозамкнутых витков.

Для суждения об эффективности функционирования магнитных систем служат их рабочие характеристики.

На рис. 2 приведена экспериментальная зависимость угла сдвига фаз магнитных потоков $\Delta\varphi$ от разности давления прессования. Из рисунка видно, что с увеличением разности давления прессования адекватно увеличивается угол сдвига фаз магнитных потоков. При угле в 30^0 якорь реле перестает вибрировать и гудеть.

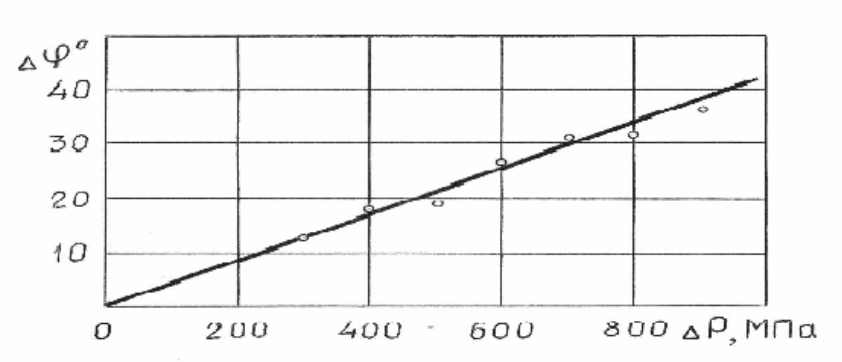


Рис. 2. ***Зависимость угла сдвига фаз магнитных потоков Δφ от разности давления прессования слоев спеченного магнитопровода ΔP***

Для сопоставления тяговые характеристики были сняты с одной и той же втягивающей катушкой для реле РПУ-1 с магнитопроводами из слоистого материала и электротехнической холоднокатаной анизотропной стали марки 3411 (Э-310), геометрия которых аналогична серийным образцам (рис. 3). Достоинство с эквидистанционной вариацией давления прессования магнитных систем состоит в том, что тяговая характеристика электромагнита, измеренная на этой системе, превышает тяговую характеристику электромагнита, магнитная система которого выполнена на основании безвариационного давления прессования, на магнитных системах установлены по два короткозамкнутых витка.

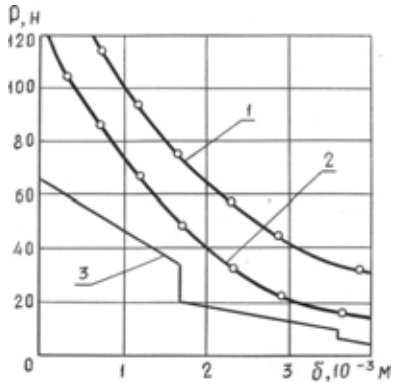


Рис. 3. ***Тяговые характеристики электромагнитной системы реле (зависимость тягового усилия P от зазора между якорем и сердечником δ):***
1 – слоистая магнитная система из материала Fe-3 % Si 97 % Fe;
2 – магнитная система из электротехнической стали 3410 (Э-310);
3 – противодействующая характеристика реле

Кроме того, были исследованы магнитные потоки в слоях сердечника, изготовленных под различным давлением прессования. Измерения показали, что на разомкнутой магнитной системе, изготовленной по методу порошковой металлургии, где было применено на слое давление 2450±90 МПа, магнитный поток был равен 6,6 x 10^{-3} мвб, а на втором смежном слое, где было применено давление 2250±80 МПа, магнитный поток был равен 5,9 x 10^{-3} мвб. На традиционной разомкнутой магнитной системе, где была применена электротехническая холоднокатаная анизотропная сталь марки 3411 (Э-310), магнитный поток был равен 4,3 x 10^{-3} мвб.

Таким образом, на основании нового эффекта выявлен другой способ функционирования электромагнитного реле без установки короткозамкнутых витков на магнитную систему. Для этого вначале была разработана математическая модель, а затем создана матричная формализация процесса прессования слоистых магнитных материалов. После чего на основе матричной формализации были изготовлены дискретные магнитные системы с различными комплексными магнитными проницаемостями. При изучении магнитных свойств в дискретно спрессованных смежных слоях магнитных систем выявлен физический эффект сдвига магнитных потоков как по фазе, так и по амплитуде (эффект был назван по имени автора статьи И. А. Тимофеева) [11].

Выявленный эффект позволяет изготавливать магнитные системы из порошка одного и того же исходного материала при различном давлении прессования, но без установки короткозамкнутых витков. Выполнение послойного прессования магнитной системы при различном давлении прессования является эквивалентным по магнитным свойствам магнитной системе при осуществлении безвариационного давления прессования слоев, но выполненных из слоев с различными по свойствам комплексными магнитными проницаемостями.

Резюме. Впервые разработана математическая модель, а затем создана матричная формализация различных технологических процессов прессования слоистых магнитных материалов для магнитных систем и осуществлены практические методы их дискретного прессования.

Системные исследования на порошковых железокремнистых материалах показали, что при дискретном прессовании слоистых магнитных материалов для магнитных систем опытным путем впервые выявлен физический эффект сдвига магнитных потоков как по фазе, так и по амплитуде, позволяющий конструктивно изготавливать магнитные системы для их функционирования без установки короткозамкнутых витков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адам, Н. К.* Физика и химия поверхностей / Н. К. Адам. – М. : Изд-во ин. лит., 1947. – 273 с.
2. *А.с. 624721 СССР*, М. Кл.^{2} В 22F3/02, Н 01F3/08. Способ изготовления магнитопроводов / И. А. Тимофеев, Д. Д. Мишин (СССР). – № 2369618 /22-02; заявл. 17.05.76; опубл. 25.09.78, Бюл. № 35.
3. *Бессонов, Л. А*. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле / Л. А. Бессонов. – М. : Высшая школа, 1986. – 263 с.
4. *Глестон, С*. Теория абсолютных скоростей реакции / С. Глестон, К. Лейдлер, Г. Эринг. – М. : Изд-во ин. лит., 1948. – 321 с.
5. *Гордон, А. В.* Электромагниты переменного тока / А. В. Гордон, А. Г. Сливинская. – М. : Энергия, 1968. – 200 с.
6. *Метрология* и радиоизмерения / В. И. Нефедов и др. ; под ред. В. И. Нефедова. – М. : Высшая школа, 2006. – 351 с.
7. *Мишин, Д. Д.* Изготовление металлокерамических магнитопроводов для систем переменного тока / Д. Д. Мишин, И. А. Тимофеев // Технология электротехнического производства. – 1978. – Вып. 1 (104). – С. 1–3.
8. *Мишин, Д. Д.* Магнитные материалы / Д. Д. Мишин. – М. : Высшая школа, 1991. – 384 с.
9. *Общая* электротехника / под ред. А. Т. Блажкина. – Л. : Энергия, 1971. – 543 с.
10. *Соболь, И. М.* Численные методы / И. М. Соболь. – М. : Изд-во ин. лит., 1949. – 312 с.
11. *Тимофеев, И. А.* Физический эффект сдвига магнитных потоков как по фазе, так по амплитуде в сердечнике магнитной системы / И. А. Тимофеев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 3. – С. 120–123.

УДК [612.172.2+613.955+371.715]:001.891

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У УЧАЩИХСЯ*

AGE DYNAMICS OF CARDIAC RHYTHM REGULATION OF SCHOOLCHILDREN

Н. В. Хураськина, Л. А. Александрова, Л. Ф. Чемерова

N. V. Khuraskina, L. A. Alexandrova, L. F. Chemerova

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары
ООО «Умничка»

Аннотация. Проведено изучение математических показателей сердечного ритма у школьников 7–16 лет. Изучены закономерности изменения показателей вариабельности сердечного ритма у школьников с учетом пола, возраста и уровня учебной нагрузки.

Abstract. The study of mathematical parameters of heart rhythm is done in schoolchildren of 7–16 years old. The regularities of parameters in heart rate variability in schoolchildren taking into account their sex, age and level of workload are studied.

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, математические показатели, возрастная динамика.*

Keywords: *heart rate variability, mathematical performance, age dynamics.*

Актуальность исследуемой проблемы. Концепция дифференцированного обучения, принцип вариативности педагогических технологий путем внедрения интенсивных развивающих программ не всегда учитывают возрастно-половые, морфофункциональные и личностные особенности детского организма. В то же время состояние адаптивных систем организма в критические и сенситивные периоды развития мальчиков и девочек должно являться основополагающим при нормировании умственной и физической нагрузки [1], [5], [6].

Реакция организма школьника на учебную нагрузку зависит не только от характера и уровня предъявляемых к школьнику требований, но и от способности школьника адаптироваться к новым для него социальным условиям. Последнее является функцией от ряда переменных, которые можно определить как индивидуально-типологические особенности организма. Изучение литературы по вопросам адаптации школьников и возрастной динамике показателей функционального состояния организма позволило нам выделить наиболее значимые показатели. Критерием выбора, с одной стороны, служила доказанность влияния тех или иных индивидуальных особенностей на адаптационные возможности, а с другой – наличие теоретических основ такого влияния с учетом недостаточной четкости и неясности параметров. К числу упомянутых факторов нами были отнесены возраст, пол и уровень учебной нагрузки.

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант № 2.2.3.3/2028).

Исходя из этого, целью нашего исследования явилось изучение возрастной динамики регуляции сердечного ритма у учащихся 7–16 лет.

Материал и методика исследований. Для оценки функционального состояния и адаптационных возможностей организма школьников в условиях дифференцированной учебной нагрузки нами был использован общепринятый метод математического анализа сердечного ритма [2].

Для решения поставленных задач были выбраны группы исследуемых детей в общеобразовательной средней школе № 19 г. Новочебоксарска. При этом выбор был обусловлен следующими обстоятельствами:

1) процесс обучения и воспитания школьников осуществляется в условиях дифференцированного обучения;

2) все учащиеся проживают в одном микрорайоне и испытывают одинаковое воздействие экологических факторов;

3) все дети, включенные в исследование, не имеют органической патологии сердечно-сосудистой системы и хронических заболеваний.

С целью выявления внутригодовой и возрастной динамики уровня изучаемых показателей было проведено динамическое наблюдение за школьниками 7–16 лет два раза в год: в начале и в конце учебного года.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты анализа математических показателей сердечного ритма у детей, испытывающих разноуровневую учебную нагрузку, подтвердили литературные данные о различии в регуляции сердечного ритма у мальчиков и девочек [3], [4]. Эти различия касались как абсолютных уровней показателей регуляции сердечного ритма, так и характера возрастных изменений вегетативной регуляции и реакции на уровень учебной нагрузки. Так, в возрасте 7–8 лет у мальчиков в начале учебного года вариационный размах (ΔX) был достоверно выше, чем у девочек, как в контрольной, так и экспериментальной группах. В возрасте 9–10 лет у девочек по сравнению с мальчиками в конце учебного года выявлен достоверно больший уровень индекса напряжения регуляторных систем (ИН) в обеих группах.

Исследование возрастной динамики математических показателей сердечного ритма показало, что эти показатели в целом находятся в пределах возрастных норм и согласуются с результатами других исследователей [3], [8]. Различия в характере регуляции сердечного ритма у девочек и мальчиков наиболее ярко проявляются в возрасте от 11 до 16 лет. Эти различия связаны с более ранним вступлением девочек в период полового созревания и обуславливают возрастно-половые сдвиги в характере адаптации [4], [7]. При анализе функциональных состояний выявлено, что рост числа девочек с неудовлетворительной адаптацией в конце учебного года отмечено в возрасте 11–14 лет, мальчиков – 13–16 лет.

Изучение внутригодовой динамики математических показателей сердечного ритма свидетельствует о том, что у мальчиков 7–8 лет, обучающихся по стандартной учебной программе, наблюдается значительное повышение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы в конце учебного года. В остальные возрастные периоды изменения ИН были несущественными. Аналогичное сравнение показателей, характеризующих функциональную систему кардиорегуляции, у девочек выявило обратную зависимость, выраженную в повышении среднегрупповых значений ИН к концу учебного года во всех изученных возрастных периодах, за исключением 7–8 лет. Наибольший при рост данного показателя обнаружен в 9–10 лет. Результаты анализа приведены на рис. 1.

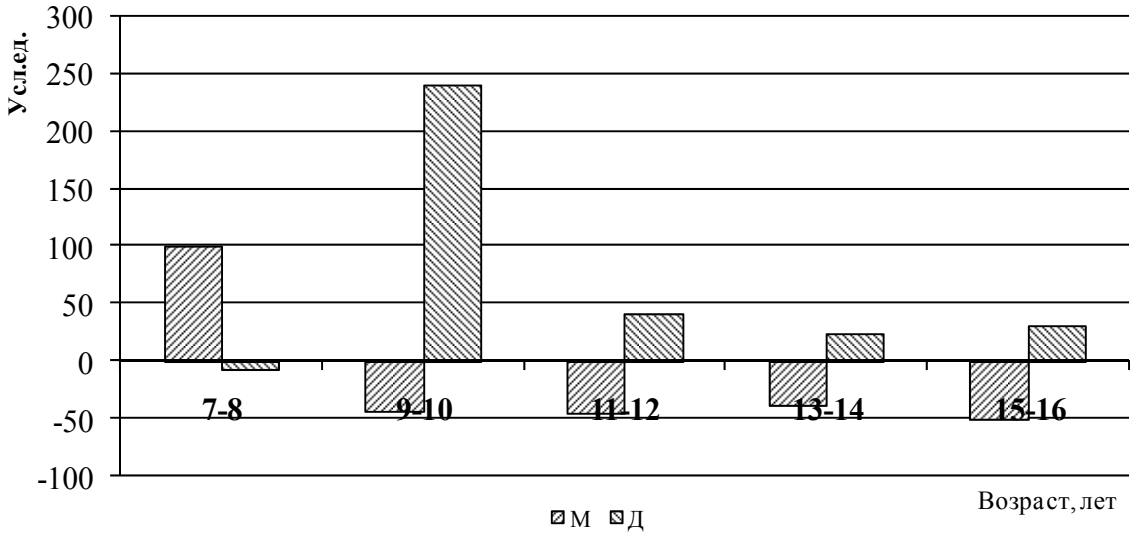


Рис. 1. ***Прирост ИН в течение учебного года у детей, испытывающих стандартную учебную нагрузку***

Результаты исследования динамики математических показателей сердечного ритма в течение учебного года у детей, испытывающих повышенную учебную нагрузку, выявили определенную закономерность, выраженную в повышении влияний симпатического отдела вегетативной нервной системы и центрального контура управления в изученные возрастные периоды, кроме мальчиков 11–12 лет (рис. 2). Это подтверждают и результаты корреляционного анализа, которые позволили выявить у этих детей большое количество сильных корреляционных связей.

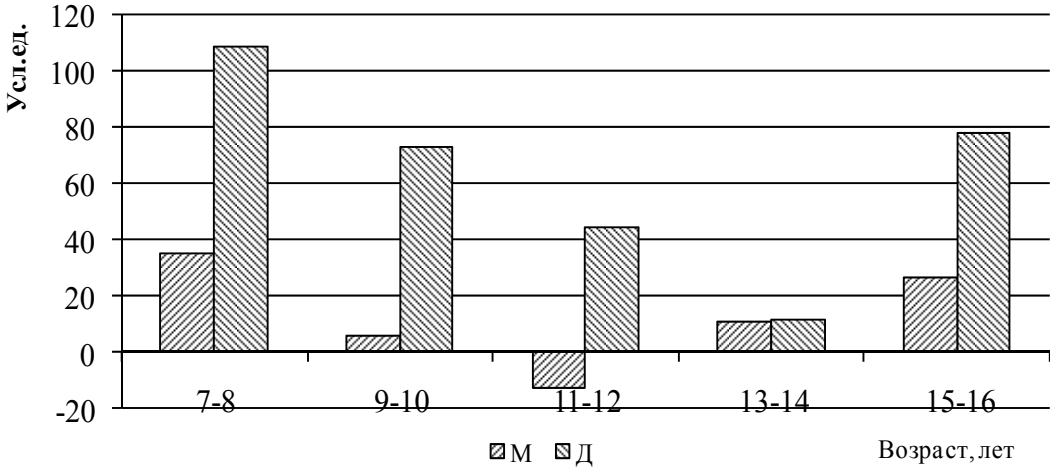


Рис. 2. ***Прирост ИН в течение учебного года у детей, испытывающих повышенную учебную нагрузку***

В 9–10 и 15–16 лет у мальчиков экспериментальной группы в регуляции сердечного ритма в течение всего учебного года преобладает влияние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

В 7–8 лет у мальчиков контрольной группы и девочек – экспериментальной, в 9–10 лет у девочек контрольной и в 11–12 лет у девочек экспериментальной групп выявлены высокая централизация регуляции сердечного ритма и повышение симпатического тонуса к концу учебного года. Это подтверждают и данные по распределению детей по интегральному показателю ИН. Так, адаптацию 33,33 % мальчиков 7–8 лет, 27,28 % девочек 9–10 лет, обучающихся по стандартной учебной программе, и 66,67 % девочек 7–8 лет и 40 % девочек 11–12 лет, испытывающих повышенную учебную нагрузку, можно оценить как состояние функционального напряжения и неудовлетворительную адаптацию с повышением симпатических влияний. Выявленная высокая централизация сердечного ритма у большого количества детей в эти возрастные периоды требует изучения причин ее преобладания. Обнаруженное явление может быть, по мнению Р. М. Баевского [2], первым сигналом надвигающейся патологии или указывать на то, что внешне благополучное состояние здоровья обеспечивается напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов.

Наиболее выраженные различия между математическими показателями сердечного ритма у детей в зависимости от уровня учебной нагрузки выявлены:

– в начале учебного года – у мальчиков 9–10 и 15–16 лет;

– в конце учебного года – как у мальчиков, так и у девочек 7–8 и 9–10 лет.

Таким образом, функциональное состояние и адаптационные возможности зависят от индивидуальных значений ряда параметров. При этом особое значение имеют пол и уровень школьной нагрузки, которые необходимо учитывать при оценке влияния различных типов экспериментальных учебных программ на процессы адаптации.

Резюме. Выявлено наличие полового диморфизма в обследуемых группах детей. В начале учебного года наиболее выраженные различия между математическими показателями сердечного ритма у мальчиков и девочек обнаружено в 15–16 лет, а в конце учебного года – в 9–10 и 15–16 лет независимо от уровня учебной нагрузки. У детей экспериментальной группы различия между показателями, характеризующими регуляцию сердечного ритма, у мальчиков и девочек сохраняются в течение учебного года во всех изученных возрастных периодах с более выраженным повышением симпатического тонуса в конце учебного года у девочек.

В контрольной группе у мальчиков 9–16 лет в течение учебного года происходит повышение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, а у мальчиков 7–8 лет и девочек 9–16 лет – симпатических влияний. У детей, испытывающих повышенную учебную нагрузку, обнаружено повышение симпатического тонуса и центрального контура управления в изученные возрастные периоды, кроме мальчиков 11–12 лет.

У детей, испытывающих повышенную учебную нагрузку, в конце учебного года во всех возрастных группах по ИН был установлен повышенный удельный вес учащихся в состоянии функционального напряжения и неудовлетворительной адаптации.

Выявлены особенности возрастной динамики, определяющие вегетативный тонус у школьников: в возрасте 9–14 лет в контрольной группе и 9–10 лет в экспериментальной группе отмечается преобладание детей с нормотонией, в 7–8 лет, независимо от уровня

учебной нагрузки, – с симпатикотонией, в 15–16 лет – с ваготонией в обеих обследованных группах.

Таким образом, выявленные закономерности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей должны лежать в основе коррекции экзаменационного стресса учащихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адаптация* и здоровье. Теоретические и прикладные аспекты / Э. М. Казин, С. Б. Лурье, В. Г. Селятицкая и др. ; отв. ред. Э. М. Казин. – Кемерово : Изд-во КРИПКиПРО, 2008. – 299 с.

2. *Баевский, Р. М.* Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 211 с.

3. *Галеев, А. Р.* Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет / А. Р. Галеев, Л. Н. Игишина, Э. М. Казин // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 4. – С. 54–58.

4. *Димитриев, А. Д.* Механизмы регуляции сердечного ритма школьников в инновационных условиях обучения с учетом индивидуальных типологических особенностей / А. Д. Димитриев, Д. А. Димитриев, Н. В. Хураськина // XI Всероссийская научно-практическая конференция «Образование в России: медицинский, педагогический, психологический, экологический аспекты» : материалы конференции. – Калуга : КГПУ им. Э. К. Циолковского, 2007. – С. 139–141.

5. *Димитриев, Д. А.* Влияние личностных особенностей родителей и детей на состояние системы вегетативной регуляции сердечного ритма у детей дошкольного возраста и подростков / Д. А. Димитриев, А. Д. Димитриев, Н. В. Хураськина // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 3. – С. 43–48.

6. *Димитриев, Д. А.* Реакция сердечно-сосудистой системы школьников с разным уровнем тревожности на дифференцированную учебную нагрузку / Д. А. Димитриев, Н. В. Хураськина. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2004. – 123 с.

7. *Хураськина, Н. В.* Индивидуально-типологические особенности вегетативной регуляции у детей и подростков в зависимости от уровня учебной нагрузки / Н. В. Хураськина // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2003. – № 2 (36). – С. 43–47.

8. *Шлык, Н. И.* ВСР у детей, взрослых и спортсменов с разным типом функционального состояния регуляторных систем / Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова, И. И. Шумихина, А. П. Жужков, Т. В. Красноперова // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение : материалы IV Всеросс. симп. / отв. ред. Н. И. Шлык, Р. М. Баевский. – Ижевск : УдГУ, 2008. – С. 333–340.

УДК 636.084.12; 636.084.12.52

ДИНАМИКА НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У ХРЯЧКОВ В ЧУВАШСКОМ ЮГО-ВОСТОКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ИММУНОКОРРЕКТОРОВ

THE DYNAMICS OF NON-SPESIFIC RESISTANCE AND METABOLISM OF BOARS IN THE CHUVASH SOUTH-EASTERN REGION WITH THE APPLIANCE OF NEW IMMUNOCORRECTORS

Р. А. Шуканов, М. Н. Лежнина, Р. Ф. Вахитов, А. А. Шуканов

R. A. Shukanov, M. N. Lezhnina, R. F. Vakhitov, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Специфичность клеточного и гуморального факторов естественного иммунитета, обмена веществ у хрячков обусловлена применением «Трепела», «Сувара» и «Комбиолакса» с учетом биогеохимических особенностей Юго-Востока Чувашской Республики.

Abstract. The specificity of cellular and humoral factors of natural immunity, metabolism of boars is determined by the application of «Trepel», «Suvar» and «Combiolax» taking into account biogeochemical peculiarities of South-East of the Chuvash Republic.

Ключевые слова: *хрячки, неспецифическая резистентность, обмен веществ, кровь, иммунокорректоры.*

Keywords: *boars, non-spesific resistance, metabolism, blood, immunocorrectors.*

Актуальность исследуемой проблемы. Президентом и Правительством Российской Федерации поставлена задача продолжить реализацию приоритетного национального проекта по эффективному развитию агропромышленного комплекса России с целью обеспечения ее продовольственной безопасности. Так, в принятой «Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы» предусмотрены меры по привлечению инвестиций в восстановление и расширение базы высокотехнологичного и экономически безопасного животноводства с эффективным производством качественного отечественного продовольствия. Особое внимание уделяется дальнейшему развитию свиноводства как наиболее рентабельной отрасли животноводства [2], [4], [5].

Следовательно, важнейшими задачами, стоящими перед физиологами, морфологами, иммунологами, фармакологами, генетиками, экологами, зоогигиенистами на ближайшую перспективу, являются проведение мониторинговых исследований в различных *биогеохимических провинциях* страны по выявлению зон повышенного экологического риска, обоснование и внедрение *эколого-адаптивной системы* ведения животноводства в этих зонах, обеспечивающих высокую жизнеспособность и продуктивность животных, а также производство безопасных продуктов питания [1], [3].

Поэтому разработка, апробация и внедрение новых биогенных соединений отечественного производства, вызывающих иммунофизиологические и метаболические эффекты организма с учетом биогеохимического своеобразия регионов России, является актуальной проблемой современной биологической науки и биотехнологии.

В этой связи целью исследований явилось изучение иммуногенеза и метаболизма у хрячков, содержащихся при использовании «Трепела», «Сувара» и «Комбиолакса» с учетом биогеохимических особенностей Юго-Востока Чувашской Республики.

Материал и методика исследований. Проведены две серии научно-хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов с использованием 60 хрячков-отъемышей, для чего их подбирали по принципу аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, породы, возраста, пола, живой массы по 8 животных в каждой группе.

В обеих сериях опытов хрячков первой группы (контроль) с 60- до 300-дневного возраста (продолжительность наблюдений) содержали на основном рационе (ОР).

В первой серии опытов животным второй группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Трепел» в дозе 1,25 г/кг массы тела (м. т.), третьей группы – «Сувар» в дозе 25–50 мг/кг м. т. в течение каждых 20 дней с 10-дневными интервалами до 240-дневного возраста. Во второй серии хрячкам второй группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Трепел» в указанной выше дозе, третьей – «Комбиолакс» в дозе 1 мл/кг м. т. в течение каждых 20 дней с 10-дневными интервалами до 240-дневного возраста.

В ходе опытов у 5 хрячков из каждой группы на 60-, 120-, 180-, 240- и 300-й день жизни оценивали состояние клеточного, гуморального иммунитета, обмена белков, липидов, углеводов и минеральных веществ по общепринятым в иммунологии и физиологии современным тестам.

Результаты исследований и их обсуждение. В первой серии опытов выявлено, что число эритроцитов в крови свиней опытных групп было достоверно выше контрольных значений, начиная с их 300-дневного (вторая группа) и 120-дневного (третья группа) возраста.

Иная закономерность обнаружена в динамике уровня гемоглобина, который в 180-, 240-, 300-дневном возрасте хрячков третьей группы был выше на 5,8–9,5 % ($P<0,05$) по сравнению с аналогичным показателем сверстников контрольной группы.

Если количество лейкоцитов в течение исследований у интактных животных имело тенденцию к волнообразному снижению в возрастном аспекте (16,5±0,26 против 16,3±0,31 тыс/мкл), то у их опытных сверстников, наоборот, – к постепенному увеличению от 16,4±0,15–16,7±0,26 до 17,0±0,26–17,1±0,22 тыс/мкл ($P>0,05$).

Установлено, что активность аутобляшкообразующих клеток (АБОК) в крови подопытных хрячков волнообразно повышалась от начала наблюдений к их концу (3,3±0,16–3,6±0,13 против 3,8±0,16–3,9±0,22 %), разница в ней имела недостоверный характер.

Анализ динамики гуморальных факторов иммунитета показал, что у 180-, 240-, 300-дневных животных третьей группы превышение концентрации γ-глобулиновой фракции общего белка составило 6,1–6,3 % ($P<0,05$) в сравнении с контрольными значениями (рис. 1).

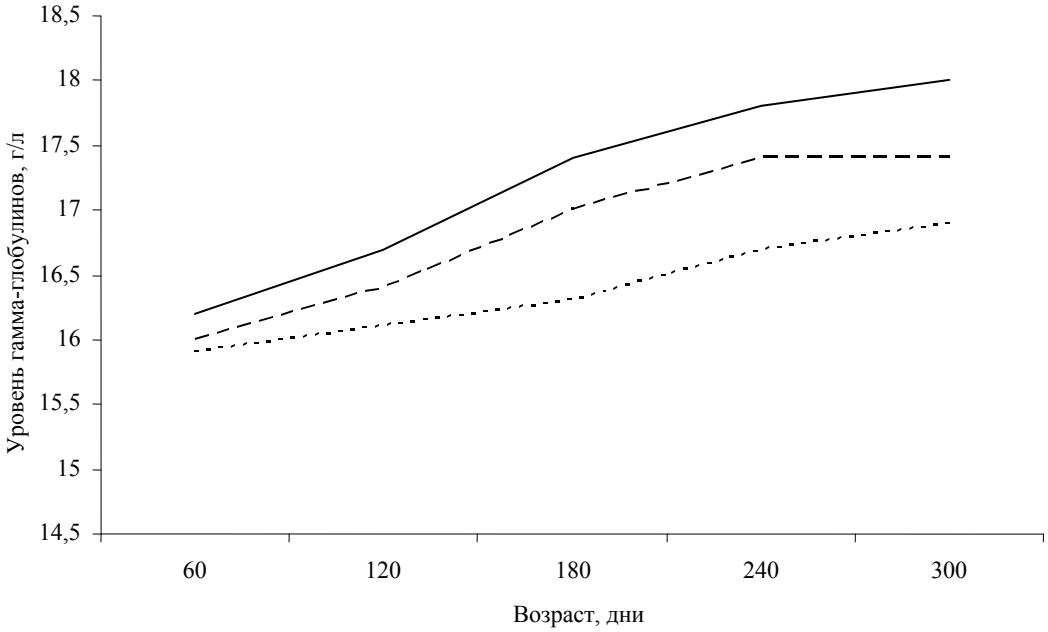


Рис. 1. ***Динамика уровня гамма-глобулинов хрячков 1(- - -); 2 (– – –); 3 (——) групп***

Подобная же закономерность отмечена у исследуемых хрячков в динамике уровня иммуноглобулинов.

Установлено, что у животных второй и третьей групп во все сроки исследований разница в содержании γ-глобулинов и иммуноглобулинов имела незначительный характер (P>0,05).

Из анализа белкового обмена следует, что 180-, 240-, 300-дневные животные опытных групп превосходили своих сверстников по уровню общего белка в сыворотке крови на 3,2–8,4 % (P<0,05).

Характер изменений содержания альбуминов у хрячков всех групп на протяжении экспериментов всецело соответствовал динамике уровня общего белка. Так, у 180-, 240-, 300-дневных животных второй и третьей групп имело место достоверное превышение концентрации альбуминовой фракции общего белка по сравнению с контрольными значениями.

Отмечено (рис. 2), что в ходе наблюдений активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) у опытных хрячков была ниже (P>0,05), чем таковая у их интактных сверстников, что свидетельствует об относительно низком содержании пероксидов в организме. При этом активность антиоксидантной системы (АОС) у животных второй и особенно третьей групп, наоборот, была выше контрольных параметров. Так, в их 240-, 300-дневном возрасте (третья группа) превосходство по этому показателю обмена липидов имело значительный уровень (P<0,05).

В то же время концентрация пероксидазы в крови свиней подопытных групп неуклонно снижалась от 35,4±1,33–36,0±1,70 до 30,0±1,00–32,6±1,63 у. е. Причем во все сроки исследований у опытных хрячков она была ниже таковой в контроле (P>0,05).

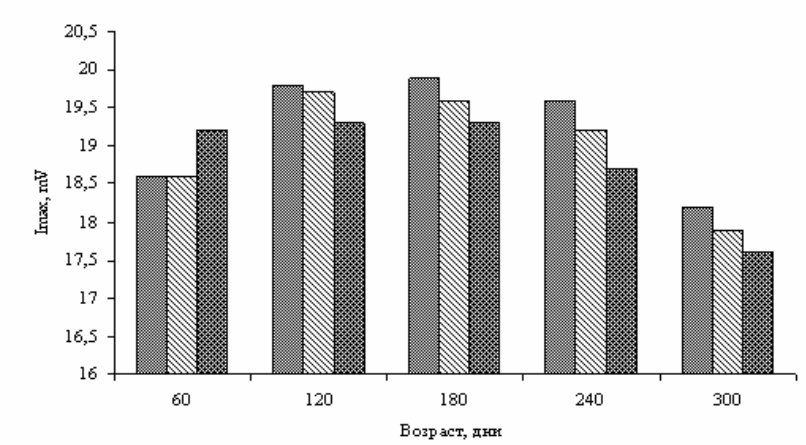


Рис. 2. ***Динамика активности ПОЛ хрячков***
1 , 2 , 3 групп

Отмечено, что концентрация глюкозы в крови животных сравниваемых групп медленно нарастала от начала к концу экспериментов (3,50±0,16–3,51±0,13 против 4,15±0,22–4,23±0,18 ммоль/л, P>0,05).

Иная закономерность выявлена в динамике уровня кислотной емкости, который у исследуемых хрячков значительно повышался от 60-дневного (275±26,06–283±10,02 мг/%) до 120-дневного (353±7,52–368±18,02) возраста, а затем волнообразно снижался к концу опытов до 267±4,01–311±6,01 мг/%. При этом 240-, 300-дневные животные третьей группы достоверно превосходили интактных сверстников по этому показателю углеводного обмена.

Активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови подопытных свиней медленно снижалась по мере их взросления от 3,0±0,05–3,0±0,11 до 1,3±0,12–1,8±0,15 ммоль/ч*л. Причем у 180-, 240-, 300-дневных хрячков второй и третьей групп она была ниже контрольных значений (P>0,05).

Выявлено, что 180-, 240-, 300-дневные опытные животные превышали контрольных сверстников по содержанию общего кальция на 8,7–17,1 % (P<0,05).

Характер изменений концентрации неорганического фосфора в основном соответствовал динамике уровня общего кальция.

Во второй серии опытов отмечено, что при анализе динамики клеточных факторов естественной резистентности у опытных животных, начиная соответственно с 240-дневного (вторая группа) и 120-дневного (третья группа) возраста, число эритроцитов в крови было достоверно больше аналогичного гематологического показателя у их интактных сверстников.

Подобная же закономерность обнаружена и в характере колебаний концентрации гемоглобина.

Число лейкоцитов в крови хрячков сравниваемых групп волнообразно изменялось в возрастном аспекте, различие было незначительным во все сроки исследований (P>0,05).

Установлено, что в течение наблюдений активность АБОК у подопытных животных волнообразно усиливалась от 3,3±0,16–3,5±0,17 до 3,7±0,16–3,9±0,22 % (P>0,05). Хрячки второй и третьей групп, начиная соответственно с 240- и 180-дневного возраста и до конца экспериментов, достоверно превосходили сверстников интактной группы по уровню γ-глобулинов в кровяной сыворотке (рис. 3).

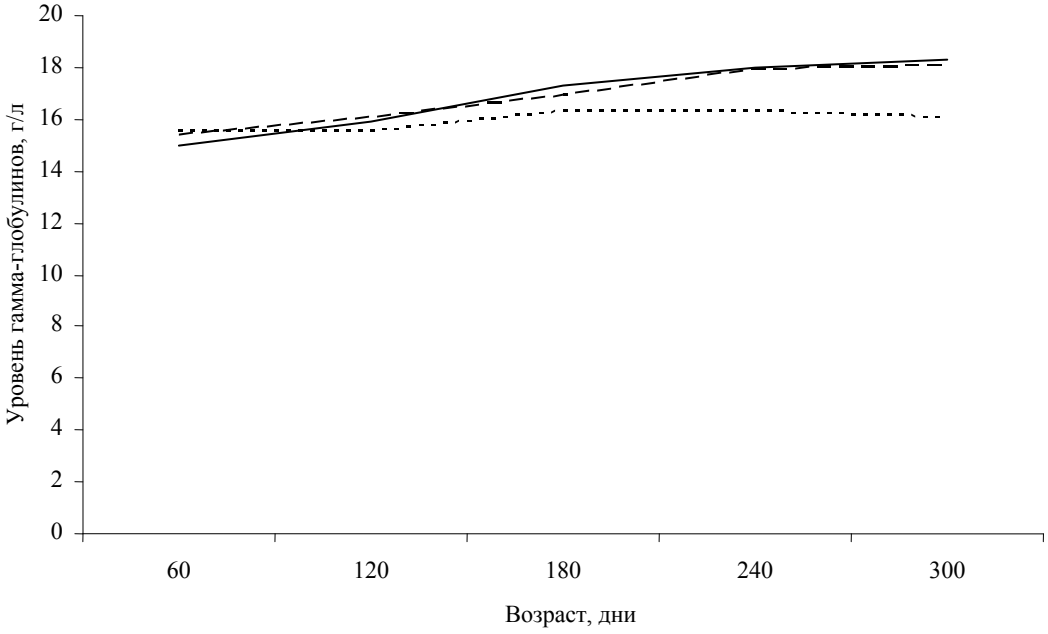


Рис. 3. ***Динамика уровня гамма-глобулинов хрячков 1(- - -), 2 (– – –), 3 (——) групп***

Аналогичная закономерность, но в менее выраженной форме, выявлена в характере изменений концентрации иммуноглобулинов.

Отмечено, что различие в клеточных и гуморальных факторах естественного иммунитета у животных опытных групп на протяжении исследований было недостоверным, хотя и в пользу сверстников третьей группы.

Изучение динамики белкового обмена показало, что уровень общего белка в сыворотке крови исследуемых хрячков неуклонно повышался по мере взросления (58,4±0,75–60,0±1,03 против 61,9±0,07–68,0±0,18 г/л). При этом свиньи второй и третьей групп в условиях скармливания соответственно «Трепела» и «Комбиолакса» превосходили интактных сверстников по содержанию данного биохимического параметра на 3,9–9,0 % (P<0,05), начиная с их 120-дневного и до 300-дневного возраста.

Динамика концентрации альбуминов в целом соответствовала характеру колебаний таковой общего белка. Так, 180-, 240-, 300-дневные животные опытных групп существенно превосходили сверстников интактной группы по уровню этого показателя обмена белков (P<0,05).

Активность ПОЛ у исследуемых хрячков волнообразно снижалась в возрастном аспекте от 18,6±0,45–19,1±0,69 до 17,6±0,27–18,3±0,23 mV и была ниже у животных опытных групп (P>0,05). Активность АОС у свиней второй и третьей групп, наоборот, была выше, чем в контроле. Причем в их 300-дневном возрасте разница в данном параметре липидного обмена носила достоверный характер (рис. 4).

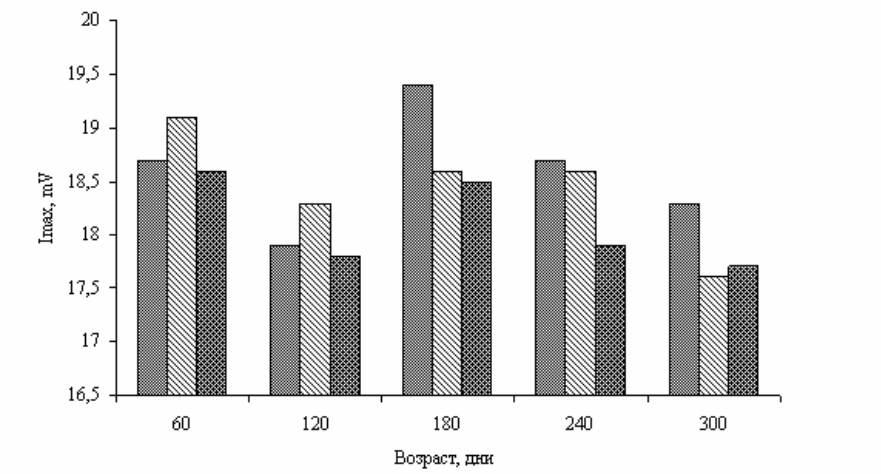


Рис. 4. ***Динамика активности ПОЛ хрячков***
1 , 2 , 3 групп

Другая закономерность обнаружена в динамике концентрации пероксидазы в крови, которая у подопытных животных неизменно снижалась от начала наблюдений к их завершению (35,4±1,33–36,0±1,70 против 30,0±1,00–32,6±1,63 у. е.). При этом у 240-, 300-дневных хрячков опытных групп она была ниже на 2,3–8,1 % (P<0,01) по сравнению с таковой в контроле.

Установлено, что у животных второй и третьей групп изучаемые параметры белкового и липидного обмена во все сроки исследований были практически одинаковыми, что свидетельствует о равнозначном воздействии на организм «Трепела» и «Комбиолакса».

Выявлено, что уровень глюкозы в крови подопытных хрячков плавно увеличивался по мере взросления от 3,43±0,12–3,49±0,08 до 4,57±0,04–4,71±0,04 ммоль/л, у их сверстников второй и третьей групп в условиях применения соответственно «Трепела» и «Комбиолакса» этот показатель был несколько выше контрольных значений (P>0,05).

Уровень кислотной емкости в кровяной сыворотке свиней сопоставляемых групп волнообразно нарастал от начала наблюдений к их завершению (227±9,02–239±8,52 против 243±10,02–291±16,04 мг/%). При этом 240-, 300-дневные опытные животные превосходили контрольных сверстников по изучаемому показателю углеводного обмена на 2,7–6,5 % (вторая группа, P>0,05) и 3,2–8,1 % (третья группа, P<0,05).

Отмечено, что концентрация щелочной фосфатазы у исследуемых хрячков заметно повышалась от 60-дневного (1,53±0,03–1,55±0,04 ммоль/ч*л) до 120-дневного (2,32±0,03–2,41±0,05) возраста с последующим плавным снижением к концу экспериментов до 2,25±0,02–2,32±0,07 ммоль/ч*л (P>0,05).

По уровню общего кальция опытные животные значительно превосходили интактных сверстников, начиная с 180-дневного (вторая группа) и 120-дневного (третья группа) возраста до завершения экспериментов, на 10,7–16,7 % (P<0,01).

Характер колебаний содержания неорганического фосфора в сыворотке крови свиней сравниваемых групп в целом соответствовал динамике такового общего кальция. Так, у 180-, 240-, 300-дневных хрячков опытных групп имело место достоверное превышение данного параметра минерального обмена по сравнению с контрольными значениями.

Резюме. В биогеохимических условиях Юго-Востока Чувашии применение хрячкам вместе с основным рационом «Трепела», «Сувара» и «Комбиолакса» сопровождалось заметным стимулирующим воздействием на иммуногенез и обменные процессы организма. При этом иммунотропный и метаболический эффекты были практически равнозначными при скармливании животным как «Трепела», «Сувара», так и «Комбиолакса».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев, В. В.* Коррекция морфофизиологического состояния у продуктивных животных в биогеохимических условиях Присурья и Засурья Чувашии с назначением биогенных соединений / В. В. Алексеев, С. Г. Григорьев, И. Ю. Арестова, А. А. Шуканов. − Казань, 2008. − 256 с.

2. *Амерханов, Х. А.* Агропромышленный комплекс России сегодня и его сотрудничество с АПК Франции / Х. А. Амерханов // Материалы III Международного агропромышленного форума и Всемирной выставки животноводства и птицеводства SPACE – 2009. – Париж – Бретань, 2009. – С. 23–24.

3. *Архипова, М. Н.* Гематологический, биохимический и иммунологический профили организма хрячков в биогеохимических условиях Чувашского Присурья / М. Н. Архипова, Р. А. Шуканов, А. А. Шуканов // Аграрная наука. – 2009. – № 2. – С. 32–34.

4. *Кочиш, И. И.* Экологически безопасные способы стимуляции роста и развития бройлеров в онтогенезе / И. И. Кочиш. – М. : ФГОУ ВПО «МГАВМиБ им. Скрябина» ; ОНО ППЗ «Конкурсный», 2007. – 104 с.

5. *Скрынник, Е. Б.* АПК России – основа выхода страны из кризиса / Е. Б. Скрынник // Материалы III Международного агропромышленного форума и Всемирной выставки животноводства и птицеводства SPACE – 2009. – Париж – Бретань, 2009. – С. 9–10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Агафонов Александр Викторович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической культуры Чебоксарского политехнического института (филиала) Московского государственного открытого университета, г. Чебоксары

Agafonov, Alexander Viktorovich – Candidate of Biology, Associate Professor, Head of the Department of Physical Education, Cheboksary Polytechnical Institute (branch) of Moscow State Open University, Cheboksary

Александрова Людмила Антоновна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Alexandrova, Lyudmila Antonovna – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Алексеев Владислав Вениаминович – доктор биологических наук, профессор, декан факультета естествознания и дизайна среды Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Alekseev, Vladislav Veniaminovich – Doctor of Biology, Professor, Dean of the Faculty of Natural Science and Design of Environment, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Алтынова Надежда Витальевна – кандидат биологических наук, специалист по учебно-методической работе I категории отдела докторантуры и аспирантуры Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Altynova, Nadezhda Vitalyevna – Candidate of Biology, Specialist in Teaching and Methodical work, Department of Doctoral and Postgraduate Studies, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Анисимов Николай Иванович – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Anisimov, Nikolay Ivanovich – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Антонов Антон Юрьевич – магистр кафедры системного анализа и управления Международного университета природы общества и человека «Дубна», г. Дубна

Antonov, Anton Yuryevich – Master, Department of System Analysis and Management, International University of Nature of Society and the Human «Dubna», Dubna

Барсуков Антон Владимирович – доктор медицинских наук, доцент 1-й кафедры терапии (усовершенствования врачей) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург

Barsukov, Anton Vladimirovich – Doctor of Medicine, Associate Professor, 1-st Department of Therapy (advanced training of doctors), Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg

Блинова Алена Дмитриевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Blinova, Alena Dmitrievna – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Борцова Олеся Петровна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Bortzova, Olesya Petrovna – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Васильева Надежда Николаевна – кандидат биологических наук, доцент, докторант кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Vasilyeva, Nadezda Nikolayevna – Candidate of Biology, Associate Professor, Doctoral Candidate, Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Вахитов Реваз Фаязович – соискатель кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Vakhitov, Revaz Fayazovich – Applicant, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Воробьева Ольга Васильевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической анатомии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Vorobyova, Olga Vasilyevna – Candidate of Medicine, Associate Professor, Department of Pathological Anatomy, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Гордеева Ирина Валерьевна – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Gordeeva, Irina Valeryevna – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Димитриев Дмитрий Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Dimitriev, Dmitry Alekseevich – Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Дьячкова Ираида Михайловна – ассистент кафедры микробиологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Dyachkova, Iraida Michailovna – Assistant, Department of Microbiology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Егорова Ольга Александровна – аспирант кафедры математического и аппаратного обеспечения информационных систем Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Egorova, Olga Alexandrovna – Post-graduate Student, Department of Mathematical and Equipment Supply of Information Systems, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Егорова Юлия Николаевна – кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой автоматизированных систем управления Волжского филиала Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, г. Чебоксары

Egorova, Yulia Nokolayevna – Candidate of Pedagogics, Associate Professor, Head of the Department of Automatic System of Management, Moscow Automobile and Road State Technical University (Volga branch), Cheboksary

Еремеев Владимир Николаевич – соискатель кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Eremeev, Vladimir Nikolayevich – Applicant, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Ефимова Людмила Николаевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Efimova, Ludmila Nikolayevna – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Журавлев Андрей Федорович – аспирант, ведущий руководитель проектов Департамента инновационных проектов ООО «Четра – Комплектующие и запасные части», г. Чебоксары

Zhuravlev, Andrey Fedorovich – Post-graduate Student, Leading Manager of Projects of the Department of Innovation Projects LLC «Chetra – Spare parts and components», Cheboksary

Захаров Александр Алексеевич – соискатель кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, г. Ульяновск

Zakharov, Alexander Alekseevich – Applicant, Department of Anatomy, Physiology and Hygiene of the Human, I. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk

Игнатьева Алена Геннадьевна – студентка факультета естествознания и дизайна среды Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Ignatyeva, Alena Gennadyevna – student, Faculty of Natural Science and Design of Environment, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Иливанов Виктор Юрьевич – инженер лаборатории дорожно-строительных материалов Волжского филиала Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, г. Чебоксары

Ilivanov, Victor Yuryevich – Engineer of Laboratory of Road-buildings Materials, Moscow Automobile and Road State Technical University (Volga branch), Cheboksary

Илларионов Илья Егорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии конструкционных материалов и литейного производства Чебоксарского политехнического института (филиала) Московского государственного открытого университета, г. Чебоксары

Illarionov, Ilya Egorovich – Doctor of Technological Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Constructional Materials and Foundry Manufacture, Cheboksary Polytechnical Institute (branch) of Moscow State Open University, Cheboksary

Казакова Наталья Анатольевна – ассистент кафедры географии Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, г. Ульяновск

Kazakova, Natalia Anatolyevna – Assistant, Department of Geography, I. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk

Карпеева Евгения Александровна – соискатель кафедры зоологии Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, г. Ульяновск

Karpeeva, Evgenia Alexandrovna – Applicant, Department of Zoology, I. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk

Карпенко Юрий Дмитриевич – кандидат биологических наук, докторант кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Karpenko, Yuri Dmitrievich – Candidate of Biology, Doctoral candidate, Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Карулина Лариса Юрьевна – заместитель главного врача по лечебной работе Республиканского эндокринологического диспансера, г. Чебоксары

Karulina, Larisa Yuryevna – Head Physician Deputy for medical work Republican endocrinological Dispensary, Cheboksary

Козлов Вадим Авенирович – доктор биологических наук, кандидат медицинских наук, профессор кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kozlov, Vadim Avenirovich – Doctor of Biology, Candidate of Medicine, Professor, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Козлова Людмила Святославовна – старший преподаватель кафедры информационных технологий Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kozlova, Ljudmila Svjatoslavovna – Senior Lecturer, Department of Information Technology, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Колесникова Ольга Борисовна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kolesnikova, Olga Borisovna – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кольцова Ольга Васильевна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Koltsova, Olga Vasilyevna – Candidate of Chemistry, Associate Professor, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кондратьева Надежда Викторовна – аспирант кафедры геометрии Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kondratyeva, Nadezhda Viktorovna – Post-graduate Student, Department of Geometry, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кондратьева Оксана Викторовна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kondratyeva, Oksana Viktorovna – Candidate of Chemistry, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Криворучко Сергей Васильевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог и мостов Волжского филиала Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, г. Чебоксары

Krivoruchko, Sergey Vasilyevich – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Highways and Bridges, Moscow Automobile and Road State Technical University (Volga branch), Cheboksary

Кузьмина Наталья Александровна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kuzmina, Natalya Alexandrovna – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кульпина Татьяна Александровна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kulpina, Tatyana Alexandrovna – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Mathematical Analysis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Лежнина Марина Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Lezhnina, Marina Nikolayevna – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Леонтьева Анна Юрьевна – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Leontyeva, Anna Yuryevna – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Лукичева Надежда Александровна – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Lukicheva, Nadezhda Alexandrovna – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Малышев Игорь Иванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патологической анатомии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Malyshev, Igor Ivanovich – Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Pathological Anatomy, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Медведев Илья Николаевич – доктор медицинских наук, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры и спорта Курского института социального образования (филиала) Российского государственного социального университета, г. Курск

Medvedev, Ilya Nikolayevich – Doctor of Medicine, Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Physical Culture and Sport, Kursk Institute of Social Education (branch) Russian State Social University, Kursk

Миронов Борис Гурьевич – доктор физико-математических наук, профессор, проректор по учебной работе и дополнительному образованию Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Mironov, Boris Guryevich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Pro-rector for Studies and Additional Education, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Митрасов Юрий Никитич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Mitrasov, Yuriy Nikitich – Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Музянов Вячеслав Валентинович – инженер кафедры технологии конструкционных материалов и литейного производства Чебоксарского политехнического института (филиала) Московского государственного открытого университета, г. Чебоксары

Muzyanov, Vaicheslav Valentinovich – Engineer, Department of Technology of Constructional Materials and Foundry Manufacture, Cheboksary Polytechnical Institute (branch) of Moscow State Open University, Cheboksary

Никишина Нина Алексеевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры адаптивной физической культуры и спорта Курского института социального образования (филиала) Российского государственного социального университета, г. Курск

Nikishina, Nina Alekseevna – Candidate of Psychology, Associate Professor, Department of Physical Culture and Sport, Kursk Institute of Social Education (branch) Russian State Social University, Kursk

Панихина Анна Витальевна – кандидат биологических наук, докторант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Panikhina, Anna Vitalyevna – Candidate of Biology, Doctoral candidate, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Петрова Наталия Валериевна – аспирант кафедры машиноведения Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Petrova, Natalia Valerievna – Post-graduate Student, Department of Mashine Industry, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Привалова Тамара Анатольевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Privalova, Tamara Anatolyevna – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Пыльчикова Юлия Юрьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Pylchikova, Yulia Yuryevna – Candidate of Chemistry, Associate Professor, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Репин Денис Владимирович – старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента в социальной сфере Филиала Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета в г. Чебоксары

Repin, Denis Vladimirovich – Senior Lecturer, Department of Economics and Management in the Social Sphere, Branch of St.-Petersburg State Engineering-economic University in Cheboksary

Романова Любовь Петровна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры нормальной анатомии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Romanova, Lubov Petrovna – Candidate of Biology, Senior Lecturer, Department of Normal Anatomy, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Савченко Александр Петрович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры истории, теории и методики социальной работы Курского института социального образования (филиала) Российского государственного социального университета, г. Курск

Savchenko, Alexandr Petrovich – Candidate of Pedagogics, Associate Professor, Department of Theory and Methods of Social work, Kursk Institute of Social Education, (branch) Russian State Social University, Kursk

Салихов Михаил Григорьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог Марийского государственного технического университета, г. Йошкар-Ола

Salikhov, Mikhail Grigoryevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of highways, Mari State Technical University, Yoshkar-Ola

Саперова Елена Владимировна – кандидат биологических наук, докторант кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Saperova, Elena Vladimirovna – Candidate of Biology, Doctoral candidate, Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Сапожников Сергей Павлович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Sapozhnikov, Sergey Pavlovich – Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of the Medical Biology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Свеклина Татьяна Сергеевна – клинический ординатор 1-й кафедры терапии (усовершенствования врачей) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург

Sveklina, Tat'yana Sergeevna – Clinical Attending Physician of the 1-st Department of Therapy (advanced training of doctors), Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg

Сергеева Валентина Ефремовна – доктор биологических наук, профессор кафедры медицинской биологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Sergeeva, Valentina Efremovna – Doctor of Biology, Professor, Department of Medical Biology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Скворцов Викентий Григорьевич – доктор химических наук, профессор кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Skvortsov, Vikenty Grigoryevich – Doctor of Chemistry, Professor, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Софронова Наталия Викторовна – доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой информатики и вычислительной техники Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Sofronova, Natalia Viktorovna – Doctor of Pedagogics, Professor, Head of the Department of Computer Science and Computer Facilities, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Стрельников Игорь Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии конструкционных материалов и литейного производства Чебоксарского политехнического института (филиала) Московского государственного открытого университета, г. Чебоксары

Strelnikov, Igor Anatolyevich – Candidate of Technical Sciences, Department of Technology of Constructional Materials and Foundry Manufacture, Cheboksary Polytechnical Institute (branch) of Moscow State Open University, Cheboksary

Табаков Станислав Геннадьевич – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Tabakov, Stanislav Gennadyevich – Post-graduate Student, Department of Biology and Teaching Methods, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Табакова Наталья Мирославовна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Tabakova, Natalia Miroslavovna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Тимофеев Игорь Александрович – доктор технических наук, доцент кафедры машиноведения Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Timofeev, Igor Alexandrovich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Theoretical Engineering, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Туйзарова Ирина Алексеевна – аспирант кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Tuyzarova, Irina Alekseyevna – Post-graduate Student, Head of the Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Хураськина Надежда Владиславовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Huraskina, Nadezhda Vladislavovna – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Anatomy, Physiology, Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Чемерова Лилия Факатьевна – педагог-психолог ООО «Умничка», г. Чебоксары

Chemerova, Lilia Fakatyevna – Joint-Stock Company «Umnichka», Cheboksary

Шуканов Александр Андреевич – доктор ветеринарных наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Shukanov, Alexandr Andreevich – Doctor of Veterinaries, Professor, Pro-rector for Research and Innovation, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Шуканов Роман Александрович – кандидат биологических наук, докторант кафедры биоэкологии и географии Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Shukanov, Roman Alexandrovich – Candidate of Biology, Doctoral Candidate, Department of Bioecology and Geography, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Шустов Сергей Борисович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий 1-й кафедрой терапии (усовершенствования врачей) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург

Shustov, Sergey Borisovich – Doctor of Medicine, Professor, Head of the 1-st Department of Therapy (advanced training of doctors), Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

«Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата или доктора наук (решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6).

В издании предусматривается размещение статей по актуальным проблемам **естественных, технических и гуманитарных наук,** содержащих новые научные результаты, ранее не опубликованных и не представленных к публикации в других изданиях. Не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений; статьи с описанием результатов незаконченных исследований без определенных выводов; работы описательного характера.

Ежегодно будут выходить 4 номера Вестника.

В одном номере возможно опубликование, как правило, не более 2 статей одного автора.

Публикация статей аспирантов осуществляется бесплатно.

Все представленные в редакцию статьи проходят обязательное рецензирование. На основании рецензирования редакционная коллегия принимает решение о включении статьи в тот или иной номер. Редколлегия не гарантирует публикацию всех представленных материалов, оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие установленным требованиям. Авторам присланные материалы не возвращаются.

Статья должна иметь:

а) индекс универсальной десятичной классификации (УДК).

б) название работы на русском и английском языках (жирным шрифтом строчными буквами);

в) инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках (жирным шрифтом строчными буквами) – количество соавторов в статье может быть не более 4;

г) полное название учреждения и города (курсивом), где выполнена работа;

д) четкую аннотацию на русском и английском языках (400–500 знаков) отдельными абзацами;

е) ключевые слова на русском и английском языках (не более 7);

ё) основной текст, включающий следующие подразделы:

- актуальность исследуемой проблемы;
- материал и методика исследований;

- результаты исследований и их обсуждение;
- резюме;
- литература.

В конце статьи должны быть указаны сведения об авторах на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность (аспираты, обучающиеся на бюджетной основе, представляют справку с места учёбы); адрес с почтовым индексом, контактный телефон, e-mail; рабочий адрес и e-mail. Авторы должны собственноручно поставить подпись, которая означает их согласие на передачу прав на издание и распространение содержащейся в статье информации редакции Вестника. Этим автор также гарантирует, что статья оригинальная, ни содержание, ни рисунки к ней не были ранее опубликованы в других изданиях. Поступление статьи в редакцию означает полное согласие автора с правилами Вестника.

К статье должны быть приложены экспертное заключение о возможности опубликования ее в открытой печати и рецензия из организации, представляющей статью к публикации.

В редакцию Вестника статьи направляются в двух форматах: в печатном и электронном (на компакт-диске) вариантах. Электронный вариант должен точно соответствовать печатному.

При оформлении статьи необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Объем статьи должен быть не менее 0,25 п.л. (4 стр.) и не более 0,5 п.л. (8 стр. компьютерного исполнения).
2. Статья должна быть напечатана на одной стороне листа формата А4 с полями: справа, слева и сверху 3 см, снизу 6 см.
3. Размер шрифта – 11. Абзацный отступ – 1 см (5 знаков). Интервал – одинарный. Текст статьи набирается в текстовом редакторе Microsoft Word в формате *.doc или *.rtf шрифтом Times New Roman с выравниванием по ширине и автоматическим переносом слов. При использовании дополнительных шрифтов они должны быть представлены в редакцию в авторской электронной папке.
4. Таблицы должны содержать только экспериментальные данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы исследований. Каждая таблица должна иметь заголовок, быть обязательно пронумерована и упомянута в тексте. Кегль текста в таблицах – 9 пт.
5. Количество иллюстраций не должно превышать 4, данные рисунков не должны повторять материалы таблиц. Рисунки должны быть четкими, легко воспроизводимыми, быть обязательно пронумерованы, упомянуты в тексте и иметь подрисуночные подписи и объяснение значений всех условных обозначений. Полноцветные иллюстрации не допускаются. Кегль текста в схемах и подрисуночной подписи – 9 пт.
6. Формулы и буквенные обозначения по тексту должны быть набраны в среде редактора формул Microsoft Equation 3.0. Шрифт для греческих букв – Symbol, для всех остальных – Times New Roman, основной размер – 11, крупный индекс – 7, мелкий – 5. В математических и химических формулах следует избегать громоздких обозначений. Формулы располагаются по центру страницы, в случае необходимости нумеруются.
7. Сокращение слов, имен, названий, кроме общепринятых сокращений мер, физических и математических величин и терминов, допускается только с первоначальным указанием полного названия.

8. Цитируемая в статье литература (не более 15 источников) приводится в виде алфавитного списка по действующему ГОСТу (ГОСТ 7.1-2003) шрифтом 9. Не допускаются ссылки на тезисы конференций и на неопубликованные работы. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках с указанием номера из списка литературы и страницы, откуда приводится цитата.

Материалы, не соответствующие указанным требованиям, не рассматриваются

Адрес редакции: 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38, каб. 205а, редакция журнала «Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева»

Тел.: (8352) 62-08-71

Электронная почта: redak_vestnik@chgpu.edu.ru

Электронный адрес: http://vestnik.chgpu.edu.ru

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 547.241+547.512

Реакции бис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфита с основаниями Шиффа

Reactions of bis(2,2-dichlorocyclopropyl)phosphit with Shiff bases

Ю. Н. Митрасов, О. В. Кондратьева

Y. N. Mitrasov, O. V. Kondratyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что в присутствии основных катализаторов присоединяется по имино-группе без разрыва трехчленного карбоцикла...

Abstract. It has been established that bis(2,2-dichlorocyclopropyl)phosphit attaches to the iminogroup basic catalisators without disruption of three-part carbocycle…

Ключевые слова: *бис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфит, основания Шиффа, аминофосфонат, гидрофосфорильные соединения.*

Keywords: *bis(2,2-dichlorocyclopropyl)phosphit, Shiff bases, aminophosphonate, hydrophosphoryl compounds.*

Актуальность исследуемой проблемы. Синтез, апробация и внедрение новых биогенных соединений является актуальной проблемой современной органической химии и биотехнологии. В этой связи целью нашей работы явилось**…**

Материал и методика исследований. В качестве ГФС был использован бис(2,2-дихлорцикло-пропилметил)фосфит (**1**), синтез которого был описан нами ранее в работе [5], а основания Шиффа (**2а-г**) получали в результате взаимодействия ароматических альдегидов с анилином**…**

Результаты исследований и их обсуждение. Нами установлено, что в результате взаимодействия фосфита (**1**) с иминами (**2а-г**) с хорошими выходами образуются бис(2,2-дихлорциклопропилметил)-α-N-фениламинобензилфосфонаты (**3а-в**)**…**

Резюме. Бис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфит присоединяется к основаниям Шиффа в присутствии основных катализаторов по C=N-связи с образованием бис(2,2-дихлорциклопропилметил)-α-N-фениламинобензилфосфонатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зимин, М. Г.* Новые данные о реакциях присоединения гидрофосфорильных соединений по кратным связям / М. Г. Зимин, Р. А. Черкасов, А. Н. Пудовик // Журн. общ. химии. – 1986. – Т. 56. – Вып. 5. – С. 977–991.

2. *Нифантьев, Э. Е.* Химия гидрофосфорильных соединений / Э. Е. Нифантьев. – М. : Наука, 1983. – 262 с.

АВТОРЫ:

Митрасов Юрий Никитич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Кондратьева Оксана Викторовна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

AUTHORS:

Mitrasov, Yuriy Nikitich – Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Kondratyeva, Oksana Viktorovna – Candidate of Chemistry, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алексеев В. В., Агафонов А. В.	Особенности сердечно-сосудистой, дыхательной систем и адаптивных процессов у студентов старших курсов в зависимости от разных режимов двигательной активности……..	3
Анисимов Н. И., Алтынова Н. В., Шуканов А. А.	Специфичность морфофизиологического состояния организма студенток младших курсов при использовании биопрепарата «Селенес+»……..	7
Барсуков А. В., Свеклина Т. С., Шустов С. Б., Козлов В. А., Карулина Л. Ю.	Лабораторные маркеры кардиоваскулярного прогноза у пациентов с артериальной гипертензией в сочетании с сахарным диабетом второго типа и фибрилляцией предсердий…….	12
Борцова О. П., Привалова Т. А., Панихина А. В., Шуканов А. А.	Коррекция физиологического состояния студенток младших курсов использованием биопрепарата «Селенес+»…….	18
Васильева Н. Н.	Исследование скорости бинокулярной интеграции у школьников…..…….	22
Димитриев Д. А., Александрова Л. А., Саперова Е. В., Хураськина Н. В.	Здоровьесбережение и удовлетворенность студентов компонентами целостной образовательной среды вуза……..	28
Димитриев Д. А., Саперова Е. В.	Влияние экзаменационного стресса на функционирование кардиореспираторной системы студентов……...	36
Димитриев Д. А., Туйзарова И. А.	Особенности турбулентности сердечного ритма в норме и при артериальной гипертензии…….	44

Дьячкова И. М., Сергеева В. Е., Сапожников С. П.	Исследование популяции тучных клеток тимуса при длительном воздействии кремния и кальция…….	50
Егорова Ю. Н., Антонов А. Ю., Егорова О. А.	Автоматизированная информационная система комплексного мониторинга водных объектов Чувашской Республики…….	56
Илларионов И. Е., Петрова Н. В.	Особенности применения жидкостекольных смесей……..	62
Казакова Н. А.	Экологическое состояние почвенного покрова в зоне влияния цементного производства……...	71
Карпеева Е. А., Захаров А. А.	Характеристика ферментативной активности нейтрофильных лейкоцитов при экспериментальном бластоцистозе……...	75
Карпенко Ю. Д.	Возрастные особенности вариабельности сердечного ритма у школьников в зависимости от учебной нагрузки…….	79
Карпенко Ю. Д.	Индивидуально-типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у школьников в зависимости от уровня учебной нагрузки……..	85
Колесникова О. Б.	Специфичность адаптации студенток сельской и городской местности к режиму обучения в вузе при разных уровнях двигательной активности……...	90
Кондратьева Н. В.	О некоторых классах сетей, заданных на регулярной гиперповерхности проективного пространства…….	94
Кузьмина Н. А., Табаков С. Г., Панихина А. В., Шуканов А. А.	Корригирование адаптации студентов-первокурсников к условиям обучения в вузе биопрепаратом «Селенес+»……..	102
Кульпина Т. А.	Влияние продольных сдвигов на двуосное растяжение пластины с эллиптическим отверстием……..	106
Лежнина М. Н., Ефимова Л. Н., Блинова А. Д., Еремеев В. Н.	Онтогенетическая специфичность морфофизиологического состояния хрячков и боровков в биогеохимических условиях Чувашского Юго-Востока……..	113
Малышев И. И., Романова Л. П., Воробьева О. В.	Микроскопическая морфология заживления механической травмы печени у плодов и новорожденных крысят при применении биологически активных веществ «Трепел» и «Сувар»..…	117

Медведев И. Н., Никишина Н. А.	Степень сохранности когнитивных функций как фактор, повышающий возможность дожития индивида до старческого возраста……	122
Медведев И. Н., Никишина Н. А.	Уровень реактивности сенсорных зон правого и левого полушарий головного мозга у детей 4–5 лет с общим недоразвитием речи…….	127
Миронов Б. Г., Козлова Л. С.	Кручение сектора анизотропного кругового кольца при действии переменного давления…….	132
Митрасов Ю. Н., Кондратьева О. В., Лукичева Н. А., Гордеева И. В.	О взаимодействии соединений хлорфосфония с натрий N,N-диэтиламидодитиокарбаматом и аминокислотами…….	137
Митрасов Ю. Н., Кондратьева О. В., Лукичева Н. А., Игнатьева А. Г.	О взаимодействии арилхлорфосфоранов с N- и S-нуклеофилами	142
Панихина А. В., Алтынова Н. В., Шуканов А. А.	Коррекция физиологического статуса студенток 1–2 курсов биогенным соединением «Селенес+»…….	147
Петрова Н. В., Илларионов И. Е., Журавлев А. Ф., Музянов В. В.	Разработка и исследование торфосодержащих теплоизоляционных смесей на металлофосфатных связующих……	153
Петрова Н. В., Журавлев А. Ф., Илларионов И. Е., Стрельников И. А.	Разработка и исследование составов торфосодержащих металлофосфатных смесей для изготовления разделительных пластин теплоизолированных легкоотделяемых прибылей…...	159
Репин Д. В.	Сезонная динамика ряда морфологических параметров врановых птиц……..	163
Романова Л. П., Малышев И. И., Воробьева О. В.	Физиологические показатели крови у крысят после механической травмы печени на фоне применения биологически активных веществ……...……	167
Савченко А. П., Медведев И. Н.	Активность тромбоцитарных функций у молодых людей, регулярно тренировавшихся в студенческие годы в секции большого тенниса…….	172

Салихов М. Г., Криворучко С. В., Иливанов В. Ю.	Использование местных материалов Чувашской Республики в производстве асфальтобетонов на примере щебеночно-мастичного асфальтобетона……...	176
Скворцов В. Г., Кольцова О. В., Пыльчикова Ю. Ю., Леонтьева А. Ю.	Синтез бисмалондиамиднитрата меди (II), его структура и свойства…….……...…	181
Софронова Н. В.	Возможности Flash-технологий для создания обучающих программ……..…….…….	187
Табакова Н. М.	Цитоархитектоническая организация поля Hyperpallium apicale конечного мозга разных видов птиц...……..	192
Тимофеев И. А.	Инновационное явление сдвига магнитных потоков по фазе и амплитуде……	197
Хураськина Н. В., Александрова Л. А., Чемерова Л. Ф.	Возрастная динамика регуляции сердечного ритма у учащихся	204
Шуканов Р. А., Лежнина М. Н., Вахитов Р. Ф., Шуканов А. А.	Динамика неспецифической резистентности и обмена веществ у хрячков в Чувашском Юго-Востоке с применением новых иммунокорректоров……..	209

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ……..... 216

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ……... 226

CONTENT

THE HUMANITIES AND PEDAGOGICS

Alekseev V. V., Agafonov A. V.	Peculiarities of the cardiovascular, respiratory systems and adaptive processes in the senior students, depending on different modes of motor activity…….……..	3
Anisimov N. I., Altynova N. V., Shukanov A. A.	Peculiarity of the morphophysiological condition of the bodi in the first and second-year female students with the help of biogenous mixture «Selenes+»……..…….	7
Barsukov A. V., Sveklina T. S., Shustov S. B., Kozlov V. A., Karulina L. Y.	Laboratory markers of the cardiovascular prognosis in patients with the arterial hypertension in combination with diabetes of type 2 and atrial fibrillation...……...	12
Bortzova O. P., Privalova T. A., Panikhina A. V., Shukanov A. A.	The correction of the physiological state of the first-and second-year female students by taking biopreparation «Selenes+»…..……	18
Vasilyeva N. N.	Research of binocular integration speed of schoolchildren……..	22
Dimitriev D. A., Alexandrova L. A., Saperova E. V., Khuraskina N. V.	Health savings and students' satisfaction components of the educational environment of the university…….	28
Dimitriev D. A., Saperova E. V.	Influence of examination stress on cardiopulmonary function in students…….	36
Dimitriev D. A., Tuizarova I. A.	Features of heart rate turbulence in normal and in arterial hypertension……...	44
Dyachkova I. M., Sergeeva V. E., Sapozhnikov S. P.	The investigation of population of mast cells thymus under long influence of silicon and calcium……...	50

Egorova Y. N., Antonov A. Y., Egorova O. A.	Automated information system of the complex monitoring of water objects of the Chuvash Republic…….	56
Illarionov I. E., Petrova N. V.	Peculiarities of application of liquid glass mixtures…….	62
Kazakova N. A.	Ecological condition of the topsoil in the zone under cement manufacture influence…….	71
Karpeeva E. A., Zakharov A. A.	Characteristics of enzymatic activity of neutrophilic leukocytes in experimental blastotsistoze……...	75
Karpenko Y. D.	Age features of heart rate variability of schoolchildren depending on the level of academic workload……...	79
Karpenko Y. D.	Individual typological features of vegetal regulation of heart rate of children depending on the level of academic workload……...	85
Kolesnikova O. B.	The specificity of adaption of female students of rural and urban areas to the regime of training at institute of higher education at different levels of motor activity……..	90
Kondratyeva N. V.	Some classes of the networks on a regular hypersurface of projective space……..	94
Kuzmina N. A., Tabakov S. G., Panikhina A. V., Shukanov A. A.	Adaptation of the first year students to the system of education at the university with the help of the food supplement «Selenes+»….	102
Kulpina T. A.	The influence of longitudinal shifts on biaxial stretching of the plate with the elliptical opening……	106
Lezhnina M. N., Efimova L. N., Blinova A. D., Eremeev V. N.	Ontogenetic specification of morphophysiological condition of boars and hugs under biogeochemical conditions of the Chuvash South-East…….	113
Malyshev I. I., Romanova L. P., Vorobyeva O. V.	Microscopic morphology of mechanical injuries hepatic healing of liver of fetus and newborn rats with the use of biologically active substances «Trepel» and «Suvar»…..……	117
Medvedev I. N., Nikishina N. A.	Cognitive functions as a marker of life expectancy of elderly patients…….	122
Medvedev I. N., Nikishina N. A.	The reactivity level of the sensory areas of the right and left hemispheres of the brain of 4–5 year old children with under-developed speech……..	127

Mironov B. G., Kozlova L. S.	Torsion of sector of the anisotropic circular ring at action of variable pressure…….	132
Mitrasov Y. N., Kondratyeva O. V., Lukicheva N. A., Gordeeva I. V.	Interaction of chlorophosphonium compounds with sodium N,N-dietylamidoditiokarbamat and aminoacids……	137
Mitrasov Y. N., Kondratyeva O. V., Lukicheva N. A., Ignatyeva A. G.	Interaction of arylchlorphosphoranes with N- and S-nucleophils…	142
Panikhina A. V., Altynova N. V., Shukanov A. A.	Correction of the physiological status of the first and second-year female students with the help of biogenous mixture «Selenes+»….	147
Petrova N. V., Illarionov I. E., Zhuravlev A. F., Muzyanov V. V.	Research and development of peaty thermal insulating compounds on phosphate-metal binders……..	153
Petrova N. V., Zhuravlev A. F., Illarionov I. E., Strelnikov I. A.	Research and development of compositions peaty phosphate-metal compound for production of disjunctive plates of heat-isulated necked-down risers……...	159
Repin D. V.	Seasonal variability of some morphological parameters of corvidae birds……	163
Romanova L. P., Malyshev I. I., Vorobyova O. V.	Physiological blood indices of young rats after mechanical traumas of liver in the condition of biologically active substances..…..	167
Savchenko A. P., Medvedev I. N.	The activity of platelet functions in young people who had regular training in students' years in lawn tennis groups……..	172
Salikhov M. G., Krivoruchko S. V., Ilivanov V. Y.	Use of local materials of Chuvash Republic in production of bituminous concretes by example of macadam-mastic bituminous concrete…….	176
Skvortsov V. G., Koltsova O. V., Pylchikova Y. Y., Leontyeva A. Y.	The sinthesis of bismalonediamidenitrate of copper (II) and research of its structure and properties.....	181

Sofronova N. V.	Possibilities of Flash-technologies for creation of training programs…….	187
Tabakova N. M.	The cytoarhitektonichesky organization of field hyperpallium apicale field of the end brain of different species of birds..……..	192
Timofeev I. A.	Innovation phenomenon of magnetic fluxes in phase and amplitude……...	197
Khuraskina N. V., Alexandrova L. A., Chemerova L. F.	Age dynamics of cardiac rhythm regulation of schoolchildren….....	204
Shukanov R. A., Lezhnina M. N., Vakhitov R. F., Shukanov A. A.	The dynamics of non-spesific resistance and metabolism of boars in the Chuvash South-Eastern region with the appliance of new immunocorrectors…….	209

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS…….……..... 216

INFORMATION FOR THE AUTHORS……..…….. 226

ВЕСТНИК ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. Я. ЯКОВЛЕВА

№ 4 (68) 2010

Технические редакторы Л. В. Кантейкина
Л. А. Судленкова
Л. Н. Улюкова
В. Ю. Шабатько

Компьютерная верстка, макет А. П. Кошкиной

Подписано в печать 26.03.2010. Формат 70x100/8. Бумага писчая.
Печать оперативная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 21,6. Тираж 300 экз. Заказ № 1031.

Отпечатано на участке оперативной полиграфии
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

428000, Чебоксары, ул. К. Маркса, 38